

O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão

Eduardo Sávio Passos Rodrigues Martins¹ e Francisco das Chagas Vasconcelos Júnior²

Resumo

Este artigo, inicialmente, faz uma breve análise dos fatores moduladores do clima da Região Nordeste do Brasil, seguida de uma análise das precipitações observadas entre 2009 e 2017 (anualmente e para o trimestre de fevereiro a abril). Posteriormente, é realizada uma breve discussão sobre a natureza do problema da previsão climática sazonal e, ainda, é defendida a necessidade de mudança do atual sistema de previsão adotado pelos institutos nacionais de meteorologia. São apresentadas as previsões de consenso para o referido trimestre nos anos de 2009 a 2017 e aquelas correspondentes ao modelo adotado atualmente pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme), o

Abstract

This article initially provides a brief analysis of the climate modulating factors of the Northeastern region of Brazil, followed by an analysis of the observed rainfall between 2009 and 2017 (annually and for the February-March-April season). Subsequently, a discussion is held on the nature of the problem of seasonal climate forecasting and the need for change on the current forecast system adopted by national meteorological institutes. Consensus forecasts are presented for the February-March-April period, during the years of 2009 to 2017, and those forecasts from the Foundation for Meteorology and Water Management of Ceará (acronym in Portuguese

¹ Professor adjunto da Universidade Federal do Ceará (UFC) e presidente da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (Funceme). PhD em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade de Cornell, nos Estados Unidos, mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e engenheiro civil pela Universidade Federal do Ceará.

² Pesquisador da Funceme. Doutor em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (USP), mestre em Ciências Físicas Aplicadas e Físico pela Universidade Estadual do Ceará.

qual se baseia em modelagem numérica. Discute-se também o valor das previsões para o processo de tomada de decisão nestes dois formatos, além da relevância da previsão de consenso e daquela baseada em modelagem numérica, sendo dado especial enfoque ao período aqui analisado.

Funceme) forecasting system, which is based on numerical modeling. The value of the forecasts for the decision-making process in these two formats, consensus forecasts and those based on numerical modeling, with a special focus on the period analyzed here are also discussed.

Palavras-chave: Variabilidade climática. *El Niño. La Niña.* Monitoramento climático. Previsões climáticas sazonais baseadas em consenso e em modelos. Previsão de aflúências.

Keywords: *Climate. Climatic Variability. El Niño. La Niña. Climatic Monitoring. Consensus-and Models-based seasonal climate forecasts. Streamflow forecasts..*

1. Aspectos climáticos do Nordeste no período 2009-2016

O clima do Nordeste tem como principais forçantes a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) nos Oceanos Pacífico e Atlântico. A variabilidade nessas forçantes impulsiona variação espacial e flutuações nos acumulados de precipitação. Efeitos associados à interação oceano-atmosfera no Pacífico Equatorial denominada *El Niño* Oscilação Sul (Enos) têm configurações específicas e modificam a dinâmica atmosférica e oceânica. Essa forçante é considerada a principal na escala interanual em âmbito global.

As anomalias de TSM no Pacífico em anos de *El Niño* são positivas em sua porção central e leste, ao passo que eventos de *La Niña* são observados em comportamento inverso, ou seja, anomalias negativas. A interação oceano-atmosfera modifica toda a configuração de circulação em altos e baixos níveis ao longo do globo. Sobre o norte da América do Sul, a célula de Walker é modificada. Em anos de *El Niño*, anormalmente, é observado o ramo de ar descendente da célula de Walker sobre a Região Nordeste do Brasil, levando a condições de baixa pluviometria. Em condições de *La Niña*, em que o núcleo de águas mais quentes se concentra na região oeste do Pacífico Central, é observado que o ramo ascendente da célula de Walker é localizado, em média, sobre o norte da América do Sul, proporcionando período com anomalias positivas de precipitação no Nordeste do Brasil e leste da Amazônia.

O Enos é o principal modo de variabilidade nos trópicos e teve, ao longo dos anos de 2009 a 2017, um ciclo de vida bem definido. Um *El Niño* relativamente fraco foi observado nos anos de 2009/2010. Posteriormente, a rápida atividade oceânica mostrou, ainda, início de uma *La Niña* moderada em 2010, indo até o início de 2012. Então, durante os anos de 2012 a 2014, condições de neutralidade foram observadas no Pacífico. Um novo evento de *El Niño* teve início no final de 2014, com término em meados de 2016.

Destaca-se que o evento de *La Niña* 2011/2012 teve configuração chamada de Modoki (denominação do segundo modo de variabilidade da TSM do Pacífico Tropical). O padrão observado de *La Niña* Modoki nas anomalias negativas de TSM se concentra na porção central da bacia e seus impactos sobre a circulação global têm diferentes aspectos, quando comparados com o *La Niña* canônica (Figura 1). Outro evento importante foi o *El Niño* de 2015/2016, considerado forte em função da escala do CPC/NCEP/NOAA³, em que anomalias de TSM no Pacífico Central alcançaram valores acima de 3,5 C durante alguns meses (Figura 2).

As anomalias de TSM do Oceano Atlântico Tropical têm papel mais direto, sendo uma forçante menos remota e mais transiente que a do Enos. Por esses motivos, a previsibilidade do Enos é mais limitada e tende a ser considerada em segundo plano na previsão sazonal. Climatologicamente, o gradiente de anomalias de TSM na região modula a posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Gradientes positivos, orientados sul-norte no Atlântico Tropical, ou seja, anomalias mais quentes no Atlântico Tropical Norte do que no Atlântico Tropical Sul, mantêm a ZCIT ancorada em posições mais ao sul durante a estação úmida do Nordeste – fevereiro, março, abril e maio (FMAM) –, produzindo condições de seca para a região. Por outro lado, gradiente de anomalia de TSM negativa provoca incursões mais ao sul da ZCIT, levando a anos, em geral, com acumulados acima da média histórica. Nos últimos anos, os valores de índices dos gradientes da anomalia de TSM (calculados a partir da subtração da média das anomalias de TSM no Atlântico Tropical Norte e Atlântico Tropical Sul) se mantiveram com valores positivos em 2010, próximos à normalidade em 2011 e novamente positivos em 2012 e 2013 (Gráfico 1). A marcada variabilidade sazonal e interanual também mostrou tendências de acréscimo nos últimos anos, o que indica a concordância com os períodos de seca intensa observados na Região Nordeste.

3 Climate Prediction Center (CPC), National Centers for Environmental Prediction (NCEP), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) [Centro de Previsão do Clima/Centro Nacional de Previsão Ambiental/ Administração Nacional Oceânica e Atmosférica] são instituições vinculadas ao governo dos Estados Unidos.

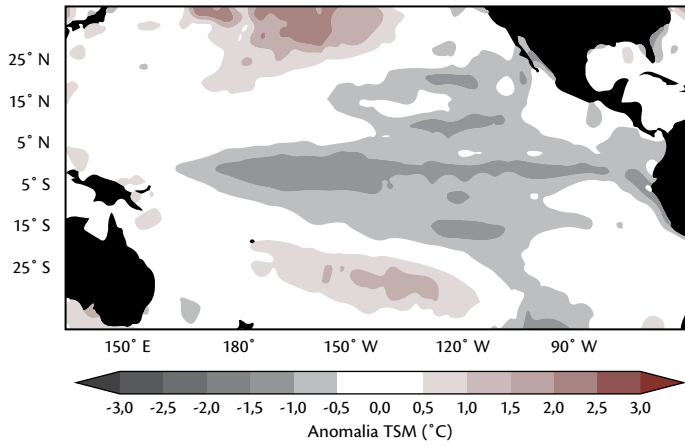


Figura 1. Anomalia média sazonal - novembro, dezembro e janeiro (NDJ) - de 2011 de TSM no Pacífico Tropical.

Fonte: Elaborado pela Funceme com base em informações de NOAA/OAR/ERSL/PSD.

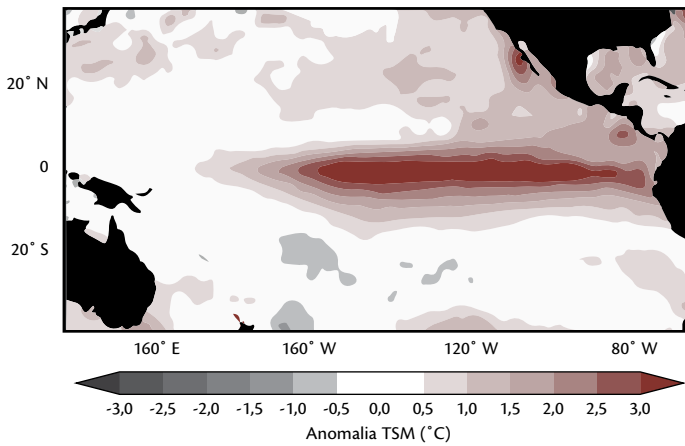


Figura 2. Média sazonal NDJ de 2015 de TSM no Pacífico Tropical.

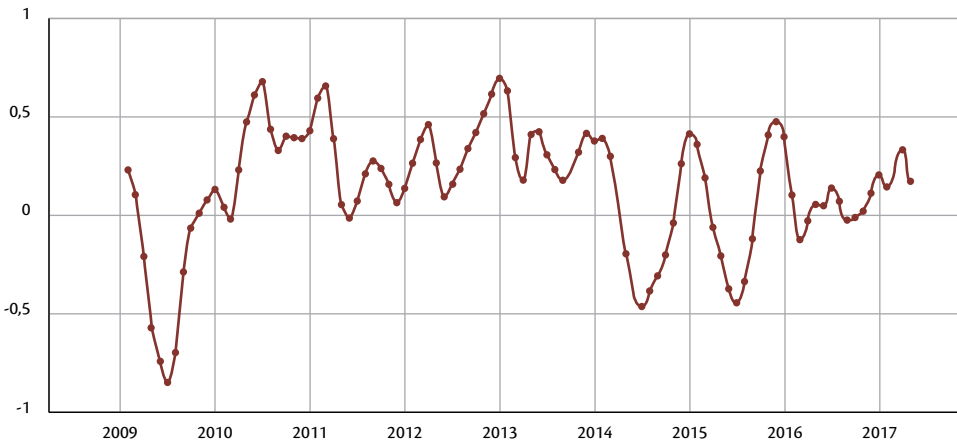


Gráfico 1. Média móvel de 3 meses do índice do gradiente de anomalia de TSM no Atlântico Tropical.

A evolução dos acumulados de precipitação mensal no Nordeste é apresentada no Gráfico 2. Os anos de 2009 e 2011 apresentam períodos com precipitação anual acima da média. A partir de 2012 os acumulados de precipitação predominantes na região levam a seca a alcançar os níveis mais severos. Diferentes fatores combinados – a própria variabilidade climática, os efeitos remotos do Enos e a neutralidade do Atlântico Tropical - são sugeridos como responsáveis pela severidade e duração da seca de 2012-2016 e também têm papel preponderante nessa modulação. A inerente variabilidade temporal reflete a influência do Enos.

Em termos da variabilidade espacial da precipitação, a região também mostra grandes diferenças. As anomalias anuais apresentadas na Figura 3 refletem as variações ao longo dos anos e no espaço. Porções mais ao norte e sul da região tiveram comportamento opostos nas anomalias de precipitação, nos anos de 2010, 2013 e 2016 (Figura 3b, 3e e 3h), em que anomalias negativas sobre o norte e anomalias positivas na parte sul foram observadas. A partir de 2011, a região do baixo São Francisco, principal rio da região, recebeu menos chuvas que a normalidade, alcançando, em 2012, 60% do esperado de precipitação ao longo do ano. Os anos de 2014 e 2015 têm características similares no que se refere à distribuição espacial dos acumulados de precipitação, ou seja, anomalias negativas entre 20% e 40% no norte e centro leste da região nordestina (Figura 3f e 3g).

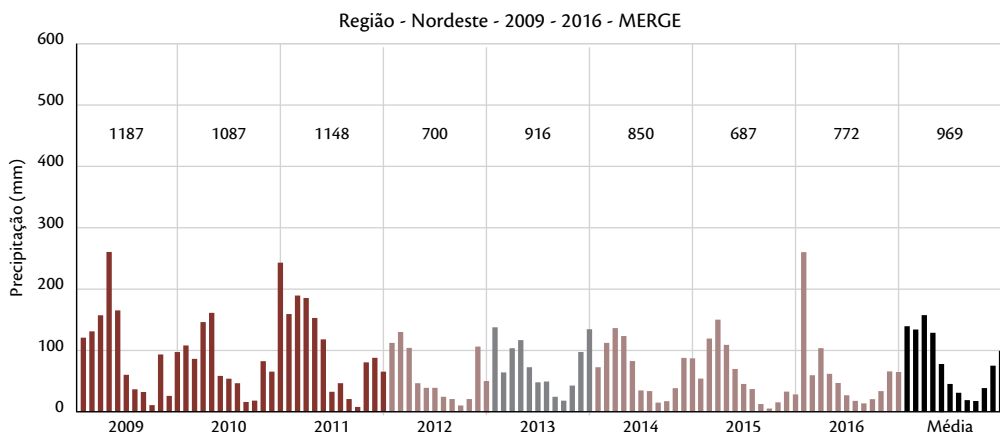


Gráfico 2. Acumulados mensais de precipitação média para o Nordeste, para os anos de 2009 a 2016. Os acumulados anuais estão na parte superior do gráfico. Anos com barras azuis representam períodos com acumulado anual acima da normal; aquelas em cor cinza, anos em torno da normal; e, em vermelho, para anos abaixo desta categoria.

Fonte: Produto de Estimativa de Precipitação por Satélite com estações pluviométricas (Merge)/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Todas essas forçantes interagem entre si e proporcionam dificuldades para a previsão sazonal da região. A interação entre escalas temporais dos sistemas atmosféricos e forçantes climáticas também leva mais dificuldade para a elaboração sazonal. A modelagem numérica climática é amplamente utilizada nos centros de meteorologia do mundo para a elaboração das previsões sazonais. Os modelos climáticos têm incorporado, ao longo do tempo, a evolução do estado da arte do entendimento a respeito da atmosfera e de sua interação com outros componentes do sistema climático, em geral, para lidar com a gama de processos físicos que compreendem o sistema terrestre.

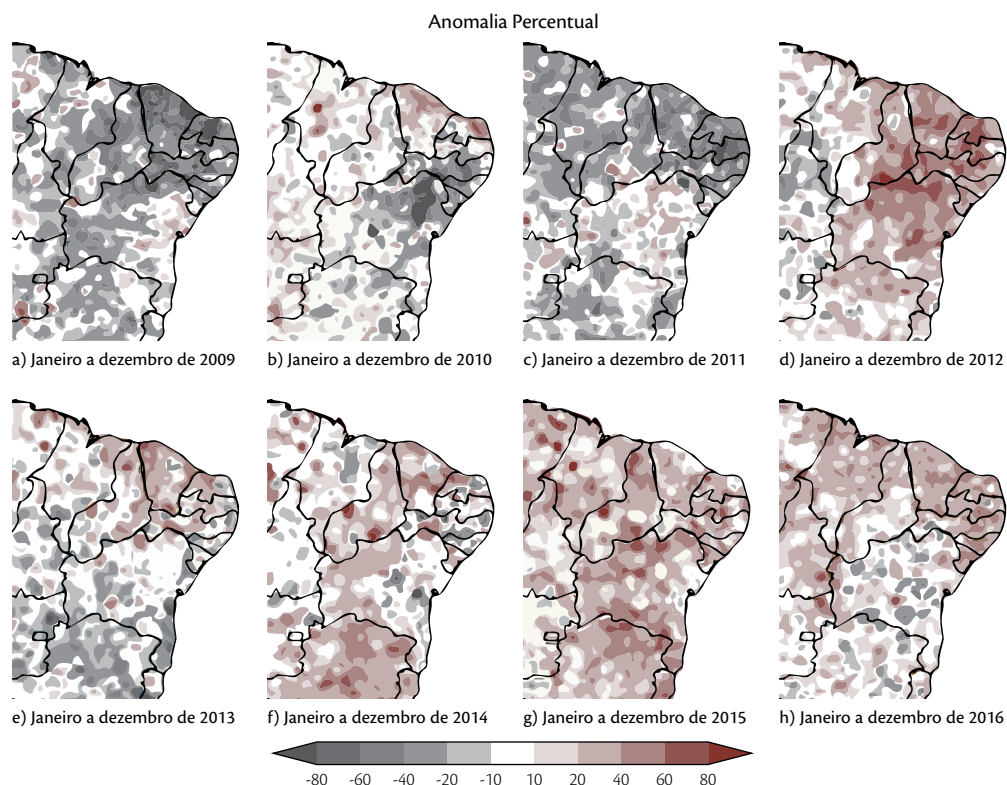


Figura 3. Anomalia do acumulado anual percentual (%) na Região Nordeste, para os anos de a) 2009; b) 2010; c) 2011; d) 2012; e) 2013; f) 2014; e) 2015; e f) 2016. Período de referência: 1998-2016.

Fonte: Produto de Estimativa de Precipitação por Satélite com estações pluviométricas (Merge)/Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

2. A natureza do problema de previsão sazonal

A atmosfera é um sistema caótico no sentido matemático (LORENZ, 1982), ou seja, é muito sensível às suas condições iniciais. Há, assim, um limite na sua predictabilidade definido pela forma em que os erros nas condições iniciais se propagam. Esse limite foi identificado por Lorenz (1993) como sendo da ordem de duas semanas. Como consequência, não importa quão precisas as condições iniciais são estimadas, o estado preciso da atmosfera não pode ser previsto para mais de duas semanas de antecedência.

Se a Previsão de Tempo tem esse limite de duas semanas, como pode então o clima ser previsto para horizontes de meses (por exemplo, três ou quatro meses)? A interação atmosfera-superfície se dá por meio das trocas de calor, *momentum* e água. Logo, o estado da atmosfera depende fortemente do estado da superfície, implicando em que mudanças nos estados de ambos os sistemas, superfície e atmosfera, estejam interligadas. A evolução do clima é, assim, dependente das condições de contorno da superfície com as quais a atmosfera interage, não sendo um problema de condições iniciais como o é a Previsão de Tempo. A palavra clima refere-se, dessa maneira, às estatísticas da atmosfera, as quais dependem das condições de contorno da superfície, e, como estas, são previsíveis. Pretende-se, com a Previsão de Clima, prever, por exemplo, a média de precipitação na estação, associada a alguma medida de sua incerteza.

3. O sistema de previsão climática

A previsão climática sazonal no Brasil adota um formato baseado na definição de probabilidades a um certo número de faixas de precipitação. Atualmente, são utilizadas três faixas ou tercís: chuvas abaixo da média, em torno da média e acima da média. Assim, o prognóstico climático tem natureza probabilística e não determinística, o que está de acordo com a natureza do problema.

A questão passa a ser como definir as probabilidades dessas três categorias, de maneira consistente cientificamente, o que está longe da prática operacional. A definição das probabilidades dos três tercís baseia-se, operacionalmente, na opinião de consenso de um grupo de especialistas. Nas reuniões de discussão entre esses profissionais são apresentados: o monitoramento de campos atmosféricos e oceânicos; resultados de vários modelos matemáticos que simulam a dinâmica da atmosfera (chamados de modelos *dinâmicos*); e modelos que fazem uso de dados do clima do passado (os chamados modelos *estatísticos*). Alguns dos especialistas assumem intrinsecamente que o problema a ser resolvido é de condições iniciais, o que não é o caso. Ou seja, assumem ser possível, a partir das condições iniciais das forçantes do clima, associar probabilidades às três categorias mencionadas, para um horizonte de três meses.

Nas mencionadas reuniões, ocorre um processo que beira à disputa entre os especialistas, os quais promovem uma defesa das suas opiniões pessoais, sendo o consenso alcançado, muitas vezes, por influência de um senso comum muito motivado pelo desejo de se proteger do que é visto como “erro” na previsão ou, ainda, por uma memória muito subjetiva e não lastreada no que foi previsto/observado em anos passados. Esse consenso pode ser alcançado, do mesmo modo, por meio de conceitos equivocados de probabilidade e estatística e da percepção equivocada da natureza do problema que se quer resolver.

Em última análise, não se tem como associar o estado atual das forçantes de clima com as probabilidades dos tercís para um horizonte de três meses.

4. A necessidade de mudança

No prognóstico de consenso de janeiro/2012 para o trimestre fevereiro-março-abril, Martins (2012) apresentou a motivação para a implementação de mudanças urgentes no sistema de previsão climática. Entre os pontos levantados, apesar de alguns terem sido discutidos anteriormente, são listados a seguir:

- Entendimento pobre do problema a ser resolvido, no caso, previsão climática sazonal;
- Má compreensão sobre conceitos básicos de probabilidade e estatística;
- Envolvimento da equipe de previsão no contato direto com o usuário;
- Agenda política pessoal do moderador que conduz a reunião, o qual tenta impor sua visão ao grupo de discussão;
- Ou, ainda, uma combinação das alternativas anteriores.

Para interesses ligados à agenda política pessoal, a qual geralmente é acompanhada por uma ou mais das três primeiras causas, não se pode fazer nada para mudar este pensamento, uma vez que a motivação não é só de natureza técnica. Por esses fatores, a Funceme vem utilizando diretamente modelos climáticos regionais como forma de emitir seu prognóstico.

Em 2012, os diretores do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), ligado ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), e do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), entendendo a necessidade de mudança, acolheram a proposta da Funceme (MARTINS, 2012) para mudar o Sistema de Previsão Climática. Restava a definição da nova metodologia a ser usada. Assim, foi formado um Grupo de Trabalho, sugerido pelo diretor do Inmet, para a discussão metodológica do novo sistema. Este Grupo de Trabalho reuniu-se durante o ano de 2012, deliberando sobre uma metodologia mais objetiva na definição das probabilidades, a partir dos resultados de modelos numéricos de clima rodados pelos três centros: CPTEC, Inmet e FuncemeFunceme. Os primeiros ensaios de uso da metodologia foram realizados no segundo semestre de 2012 e o procedimento vem sendo utilizado pela Funceme desde então, para

gerar as previsões de precipitação e vazão aos principais sistemas de reservatórios do estado. Basicamente, trata-se de um superconjunto nacional de modelos, composto de: 1 modelo estatístico em nível de Brasil, do Inmet; 3 modelos climáticos globais, do CPTEC; e 1 modelo climático global, rodado na Funceme. A partir de julho de 2013, os institutos nacionais voltaram ao modelo de consenso, mas a Funceme optou em dar continuidade ao sistema de previsão mais objetivo e baseado em modelagem numérica.

5. Previsão climática em janeiro para o FMA entre 2009 e 2016

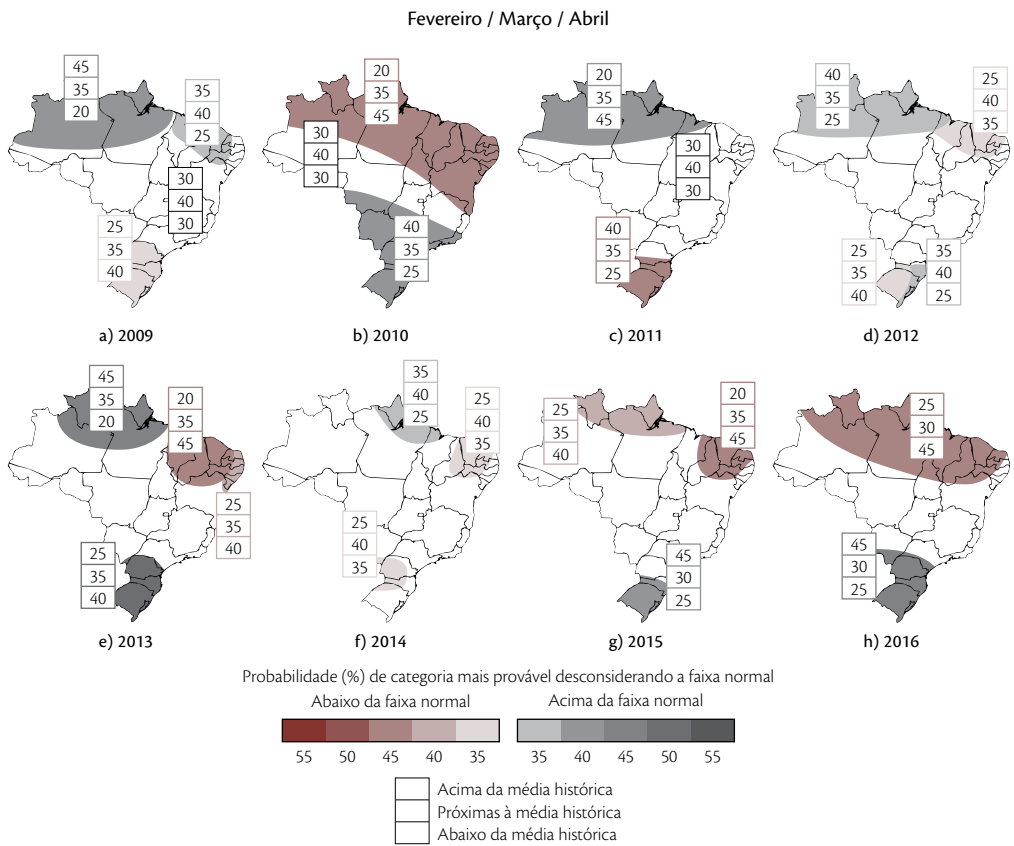
A previsão climática no Brasil segue a forma de reunião de consenso entre pesquisadores, sendo elaborada pelo CPTEC/Inpe, com colaboração do Inmet e de centros estaduais de meteorologia. Campos atmosféricos e oceânicos, juntamente com as previsões de modelos climáticos, são considerados para a realização do prognóstico. Para o Nordeste do Brasil, durante o pico da estação chuvosa - fevereiro, março e abril (FMA) -, os prognósticos climáticos de consenso têm apresentado, frequentemente, probabilidades das categorias mais prováveis em torno da normal (Figura 4). O caráter conservador das probabilidades é compatível com valores observados em outros centros de previsão de meteorologia de outros países que usam o mesmo modelo de reunião. Para um mesmo trimestre, as regiões com as previsões válidas são diferentes ao longo dos anos, com grande variabilidade no espaço entre eles. Essas regiões são atribuídas arbitrariamente pelos pesquisadores.

A Figura 5 traz a síntese das previsões para o Brasil emitidas de 2009 a 2016, válidas para o trimestre de FMA. Mantendo o foco na Região Nordeste, a previsão realizada em 2009 indicou maior probabilidade para a ocorrência de período com normalidade (Figura 4a). Com uma simples comparação com o observado, verifica-se que as anomalias positivas foram encontradas em toda a porção norte do Nordeste para o período (Figura 5a). Em 2010 a categoria indicada como a mais provável foi “abaixo da normal” (Figura 4b), enquanto que a observação mostrou que somente a porção norte da Região Nordeste teve déficits de precipitação nesse período. Estados como Bahia, Sergipe, Alagoas e Pernambuco oscilaram com locais indicando categorias acima e em torno da normal (Figura 5b). O prognóstico emitido em janeiro de 2011 indicou novamente condições de normalidade para a Região Nordeste do Brasil, exceto o extremo norte do estado do Maranhão (Figura 4c). A Figura 5c mostra que os valores observados naquele ano, novamente, indicam anomalias positivas no acumulado sazonal em toda a região. Para o ano de 2012, o prognóstico válido emitiu valores de probabilidade apenas para a porção centro-norte do Nordeste, em que a mais provável foi a categoria em torno da normal, com 40% de chance (Figura 4d).

Majoritariamente, as observações mostram uma grande seca com valores abaixo de 80% do acumulado esperado para FMA na Bahia e na porção leste do Nordeste Figura 5d. O prognóstico para 2013 indicava mais chance de acumulados de precipitação abaixo da normal, mas com probabilidades de 40% e 45 % para o leste e o norte da Região Nordeste, respectivamente (Figura 4e). As observações mostraram condições de seca nas regiões central e norte do Nordeste, contudo, em sua porção leste, as magnitudes das anomalias sugerem percentuais em torno da normalidade (Figura 5e). Assim como 2009 e 2011, o ano de 2014 também teve prognóstico em torno da normalidade, com chance de 40% para a região do centro norte do Nordeste (Figura 4f). A observação mostra que as áreas costeiras sofreram condições de seca, sendo a categoria “abaixo da normal” a observada. Entretanto, dentro do continente, os locais com anomalias em torno da normalidade e ligeiramente acima da normal foram observados (Figura 5f).

Para os anos de 2015 e 2016 o prognóstico foi similar. A categoria indicada como a mais provável foi a “abaixo da normal”, com 45% de chance de ocorrência (Figura 4g e 4h). Contudo, para 2015 (Figura 5g), as observações mostraram que a região central teve acumulados que se adequavam entre a categoria normal e acima da normal. Na porção leste, por sua vez, foram encontrados valores de anomalias negativas (Figura 5g e 5h).

A partir dessa análise qualitativa das previsões de 2009 a 2016, mesmo sendo um sistema probabilístico, é possível captar deficiências na forma em que o sistema de previsão é aplicado. A alta variação das áreas para onde a previsão é válida indica intenso grau de subjetividade do sistema, em que os valores das probabilidades tendem à normalidade ou mesmo a valores de probabilidade das categorias bem próximos, evitando que a informação seja passada com veemência em determinados casos e, assim, justificando a utilização de um sistema probabilístico.



Nota: as cores no mapa ilustram a maior probabilidade prevista nas categorias acima ou abaixo da normal climatológica.
 Área branca: o Prognóstico de Consenso indica comportamento climatológico (igual probabilidade para as três categorias).

Figura 4. Previsões climáticas sazonais de consenso para o Brasil, realizadas pelo CPTEC, com participação do Inmet e de centros estaduais de meteorologia. Previsões realizadas em janeiro para os anos de: a) 2009; b) 2010; c) 2011; d) 2012; e) 2013; f) 2014; e) 2015; e f) 2016.

Fonte: CPTEC/INPE.

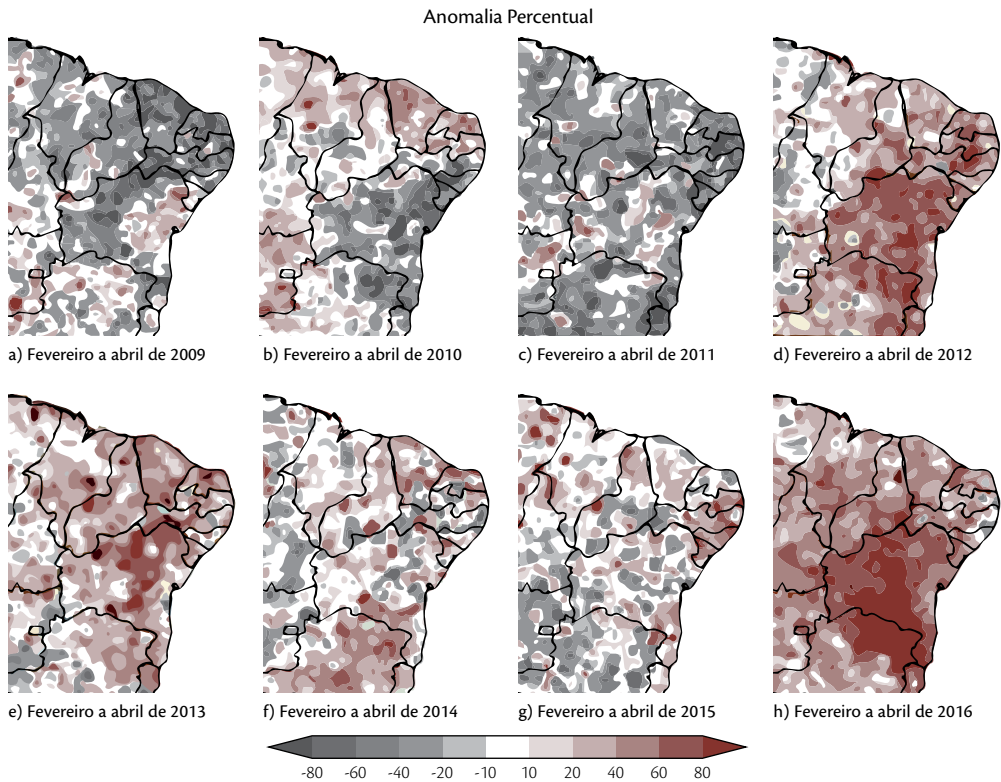


Figura 5. Anomalias percentuais do acumulado FMA para os anos de: a) 2009; b) 2010; c) 2011; d) 2012; e) 2013; f) 2014; e) 2015; e f) 2016.

Fonte de dados: Merge/CPTEC/Inpe.

Especificamente para o Ceará, os resultados da previsão objetiva, ou seja, baseada em modelagem numérica, conseguem descrever adequadamente a variabilidade climática do estado nos últimos anos, conforme apresentado no Gráfico 3.

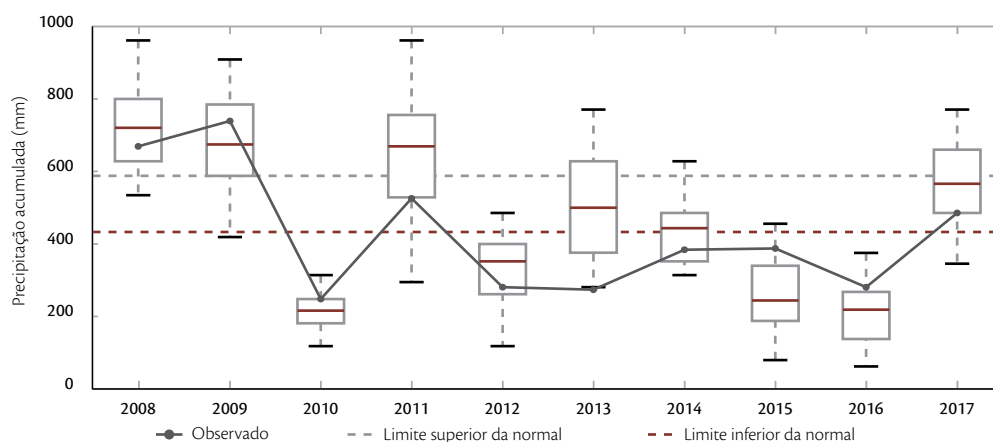


Gráfico 3. Previsões climáticas sazonais obtidas a partir do modelo climático global ECHAM 4.6 para o estado do Ceará, em janeiro, para o trimestre FMA. As previsões trimestrais são indicadas pelos box plots, enquanto a linha verde indica o valor observado no período. Os limites inferiores e superiores da categoria normal são indicados pelas linhas tracejadas vermelha e azul, respectivamente.

6. O uso da informação climática

O valor atribuído à Previsão Climática Sazonal sob a forma de tercís é desproporcional, se considerado como subsídio à tomada de decisão e se pensarmos, ainda, que as categorias associadas a cada tercil correspondem a totais de chuva para o trimestre. Esse é um motivo adicional de usarmos diretamente os resultados de modelos, uma vez que, facilmente, a partir do acoplamento de modelos de impactos setoriais (recursos hídricos, agricultura, etc.), pode-se prever variáveis de interesse direto ao processo de tomada de decisão.

Existem vários registros que demonstram o uso da informação climática no Ceará e, entre estes, podem ser citados os que se referem aos anos de: 2009; 2012 a 2016; e, em particular, 2015. O Gráfico 4 apresenta as previsões de aflúências sazonais para o reservatório Castanhão, obtidas a partir do ECHAM 4.6 (disponibilizadas pela Funceme), em janeiro, para o trimestre fevereiro-março-abril.

O uso da previsão de 2009 - A intensa variabilidade climática na Região Nordeste e, em particular, no estado do Ceará, impõe um grande desafio ao gerenciamento das águas e, por esse motivo, é imprescindível o uso de informações de Tempo e Clima - geradas pelos sistemas de monitoramento e previsão - no planejamento e nas operações do setor de recursos hídricos. Um retrato dos desafios dessa variabilidade pode ser obtido a partir da análise de anos recentes de cheias, como os anos de 2008 e 2009, e de seca, período de 2012 a 2016. Os anos de 2008 e 2009 foram muito chuvosos, tendo o ano de 2009 imposto uma decisão extremamente difícil: obedecer cegamente ao plano de controle de cheias existente para o açude Castanhão, o qual estabelece que seu nível não deve ultrapassar a cota 100 m ou, ainda, diante da previsão climática (um forte sinal de chuvas acima da média), que deve ser feito o uso do sistema de monitoramento e previsões de Tempo/afluências existente na operação do Castanhão para garantir o máximo armazenamento de água. Em 2009, esta última foi a alternativa implementada, o que salvou a Região Metropolitana de Fortaleza do colapso até o momento.

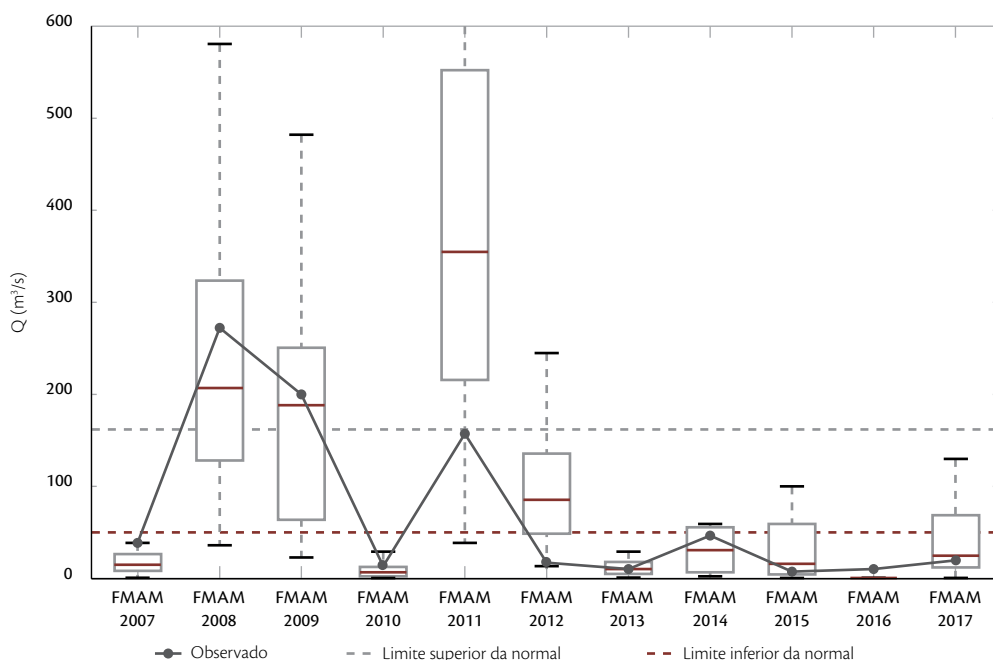


Gráfico 4. Previsões de afluências sazonais para o reservatório Castanhão, obtidas a partir do ECHAM 4.6 (disponibilizado pela Funceme), em janeiro, para o trimestre fevereiro-março-abril. As previsões trimestrais são indicadas pelos box plots, enquanto a linha preta indica o valor observado no período. Os limites inferiores e superiores da categoria normal são indicados pelas linhas tracejadas vermelha e cinza, respectivamente.

O uso das previsões de 2012 a 2015 - A Funceme vem provendo, há mais de uma década, informações relativas à previsão climática sazonal e de afluências durante o período chuvoso. Antes de 2013, os dados eram levantados a partir dos modelos global/regional ECHAM4.5-IRI/RSM97 e, a partir de 2013, têm sido usados os modelos global/regional ECHAM4.6-Funceme/RSM97. As previsões de afluências têm sido utilizadas, em geral, para estabelecer cenários de alocação de água para o setor de recursos hídricos. Esses cenários têm servido de base para as reuniões de alocação nos comitês de bacia do Estado. Em 2015, o cenário de *El Niño* delineado a partir de março, com a possibilidade de afetar a quadra de 2016, foi antecipado pela Funceme, ainda como preocupação, em novembro de 2014, o que permitiu ao Ceará, por meio de sua Secretaria de Estado de Recursos Hídricos, antecipar os processos licitatórios de perfuração e instalações de poços para os anos de 2015 e 2016. Caso essa antecipação não tivesse sido feita, o suprimento hídrico para as várias localidades desta unidade da Federação não teria sido garantido, uma vez que a preocupação tornou-se realidade.

Referências

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E CLIMA – CPTEC. **Reuniões de discussão** para a emissão o prognóstico de consenso emitido em janeiro para o trimestre fevereiro-março-abril do mesmo ano, 2007. 2017.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HIDRICOS – FUNCEME. **Previsão de aflúências**. Disponível em: <<http://www.funceme.br/index.php/areas/acudes-e-rios/previsao-de-afluencias>>.

LORENZ, E.N. Some aspects of atmospheric predictability. In: EUROPEAN CENTRE FOR MEDIUM RANGE WEATHER FORECAST SEMINAR 1981: problems and prospects in long and medium range weather forecasting. Reading, Eng., 14-18 September, 1982. **Proceedings...** Reading, Eng Mar. p. 1-20. 1982.

_____. **The Essence of chaos**. Seattle: Univ. of Washington Press, 227 p.

MARTINS, E.S.P.R.; MAGALHÃES, A.R. A seca de 2012-2015 no Nordeste e seus impactos. **Revista Parcerias Estratégicas**, v. 20, n. 41, p. 107-128.

MARTINS, E.S.P.R. Sistema de previsão climática: Porque precisamos mudança? In: WORKSHOP INTERNACIONAL DE AVALIAÇÃO CLIMÁTICA PARA O SEMIÁRIDO NORDESTINO, 14., Fortaleza, 2012. **Apresentação...** Fortaleza, 2012.