



## RELATÓRIO DA SITUAÇÃO ATUAL DA SECA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO E IMPACTOS

### Sumário Executivo

O mês de fevereiro de 2016 apresentou **acumulados de chuva** inferiores a 60 mm nos municípios localizados na maior parte da região Nordeste. De acordo com a análise dos **percentis de chuva** para 90 dias (NDJ), poucos municípios da Região Nordeste mantem a condição de “Seca” e “Muito Seca”. A avaliação do **risco agroclimático** (balanço hídrico) para o ano hidrológico 2015/2016 (01/10 a 29/02), indicou que 118 municípios apresentaram risco agroclimático muito alto e 333 risco alto. Considerando os impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VSWI para o mês de fevereiro de 2016, tais áreas somaram 2,6 milhões de hectares (redução de 85% em relação ao mês de janeiro), podendo impactar 26 mil estabelecimentos de agricultura familiar. A primeira quadra chuvosa de 2016 para a Região Nordeste finalizou no mês de fevereiro. Em resumo, com exceção do mês de janeiro, os demais meses apresentaram acumulados de chuva inferiores à média climatológica. A avaliação das condições climáticas de grande escala mostra que o fenômeno El Niño ainda está presente, porém enfraquecendo. Ainda assim, esse fenômeno deve influenciar negativamente o regime de chuvas do semiárido nos próximos três meses. A previsão climática sazonal para o trimestre Março-Abril-Maio/2016 aponta como cenário mais provável o de chuvas inferiores à média climatológica. A previsão segundo os modelos do NCEP/NOAA e do CPTEC para o período de 11 a 17 de março indicam condições desfavoráveis à ocorrência de chuva em grande parte da Região Nordeste. O cenário mais provável é que deva prevalecer o sinal de mais baixa frequência, isto é, inibição das chuvas devido ao El Niño.

# 1- Monitoramento das condições Hidrometeorológicas.

Nas últimas décadas, a seca tem, cada vez mais, demandado a atenção de ambientalistas, ecologistas, hidrólogos, meteorologistas, agrônomos, entre outros. De maneira geral, a seca é um fenômeno natural caracterizado pela deficiência de precipitação durante um período prolongado de tempo, resultando na escassez de água para as atividades humanas. Este fenômeno natural e recorrente é considerado um “**desastre natural**” sempre que ocorre de forma intensa em locais densamente habitados, resultando em danos (materiais e humanos) e prejuízos (socioeconômicos). Dado o crescimento da demanda mundial por água, devido ao crescimento da população, e expansão dos setores agropecuário, de energia e industriais, esta é uma situação cada vez mais frequente. Desta maneira, a seca é considerada o desastre natural que pode causar as maiores perdas econômicas e sociais, com o maior número de pessoas afetadas.

No Brasil, tal fenômeno é caracterizado pela sua grande abrangência espacial e ocorrência recorrente na região semiárida do país, devido principalmente à sua vulnerabilidade hídrica. No semiárido, é frequente a ocorrência de períodos secos durante a estação chuvosa (veranicos) que, dependendo da intensidade e duração, podem provocar danos significativos às culturas de subsistência (tipo de produção agrícola predominante no semiárido) e, conseqüentemente, afetar o agricultor familiar.

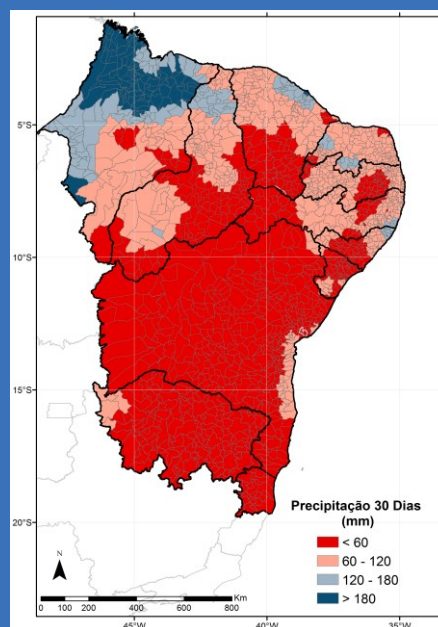
De acordo com a **Resolução Nº 13, de 22 de maio de 2014, do Ministério da Integração Nacional** e, posteriormente, **com o Decreto Presidencial Nº 8.472, de 22 de junho de 2015**, o CEMADEN/MCTI tem a responsabilidade de prover informações para a identificação de municípios impactados pela seca. O principal objetivo dessa atividade é a de subsidiar ações emergenciais de mitigação dos impactos da seca. Nesse contexto, desde 2013, o CEMADEN compila dados hidrometeorológicos de diferentes fontes com a finalidade de prover base de dados para a avaliação e identificação de municípios impactados pela seca.

Ressalta-se que as atividades do CEMADEN no tocante à seca estão concentradas na aplicação de tecnologias para o monitoramento dos impactos da seca, bem como no desenvolvimento do sistema de alerta de riscos de colapso de safras para a agricultura familiar do Semiárido Brasileiro.

## 1.1 Dados Observacionais de Precipitação – Rede Integrada

Dados de chuva provenientes da integração de bancos de **dados observacionais de precipitação** da rede observacional do CEMADEN, com aqueles oriundos de diversas fontes (INPE, INMET, Centros Estaduais de Meteorologia), são apresentados. Os dados são interpolados em grade regular de 5 km de resolução espacial utilizando a técnica de *kriging* (Matheron, 1969). Posteriormente, é calculada a média zonal para cada município.

Para a avaliação da variabilidade das chuvas, foram gerados acumulados de precipitação para o período de 01 de fevereiro a 29 de fevereiro de 2016 (**Figura 1**). A maior parte dos municípios localizados na região Nordeste apresentaram acumulados de precipitação inferiores a 120 mm. Alguns municípios inseridos na porção norte da região (início da estação chuvosa no mês de fevereiro) apresentaram acumulados superiores a 120 mm.



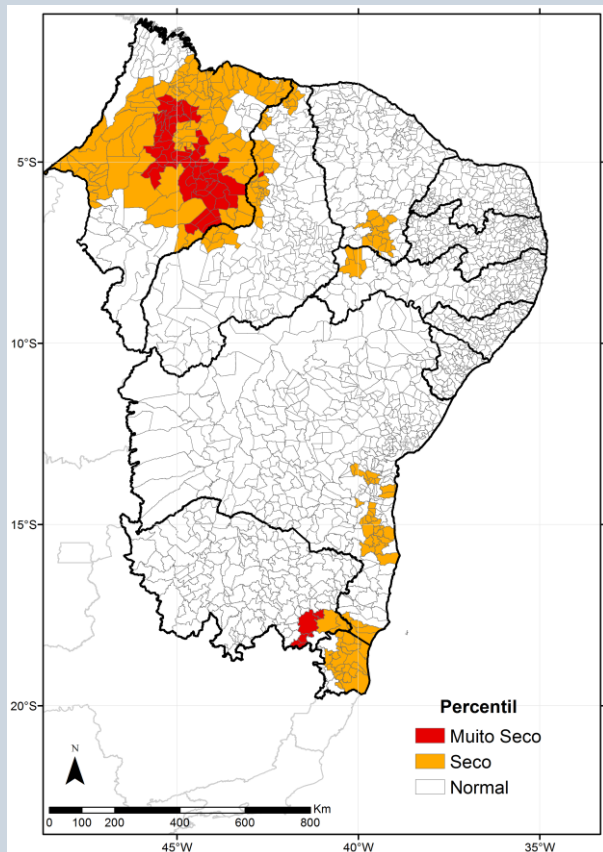
**Figura 1** - Acumulados de chuva (mm) no mês de fevereiro.

### 1.1.1 Avaliação dos Percentis da chuva acumulada nos últimos 90 dias

O percentil é usado como forma de classificar o status de cada município segundo o montante de precipitação recebido, conforme explicitado abaixo:

- Muito Seco (precipitação abaixo do percentil 15);
- Seco (precipitação entre os percentis 15 e 35);
- Normal (entre os percentis 35 e 65);
- Úmido (entre os percentis 65 e 85);
- Muito Úmido (acima do percentil 85)

Para o cálculo dos percentis foi utilizada uma base de dados de precipitação histórica (1999-2015). Para a avaliação dos percentis dos últimos 90 dias utilizou-se o acumulado de chuva entre os dias 01 de dezembro a 29 de fevereiro. Este acumulado foi determinado tanto para o período atual (ano de 2016), quanto para os períodos anteriores (histórico). Os acumulados históricos são organizados de forma crescente e representa a totalidade da série, ou seja, 100% dos dados.



**Figura 2** - Avaliação das condições de seca para os últimos 90 dias (de 01 de dezembro a 29 de fevereiro) de acordo com o cálculo dos percentis dos dados de precipitação.

Por exemplo, o percentil 15 é o valor de precipitação (histórica) que separa 15% dos menores valores da série dos 85% restantes. Deste modo, se em um determinado período uma região foi classificada como “Muito Seca”, isto significa que o acumulado de chuva desta região foi classificado dentre os 15% menores valores da série. O padrão “Seco” inclui as regiões que apresentam precipitação no intervalo entre 15% e 35% dos valores mais baixos da série, e, assim, sucessivamente.

Os valores históricos foram utilizados para o cálculo dos percentis. A comparação do período atual com o histórico gerou a condição apresentada na **Figura 2**.

Em conformidade com o relatório do mês anterior (Janeiro/2016), a avaliação do Percentil para os **últimos 90 dias** (período entre os dias 01 de dezembro a 29 de fevereiro) indica apenas algumas áreas que permanecem com a condição de “Seca”. São elas: a região central do Maranhão, alguns municípios da porção sudeste da Bahia e o norte do Espírito Santo. Ainda que o Estado do Maranhão tenha recebido acumulados de chuva no mês de fevereiro (Figura 1), a condição de déficit ainda persiste quando se considera um período mais longo (90 dias).

### 1.3 Risco Agroclimático: Modelo de Balanço Hídrico

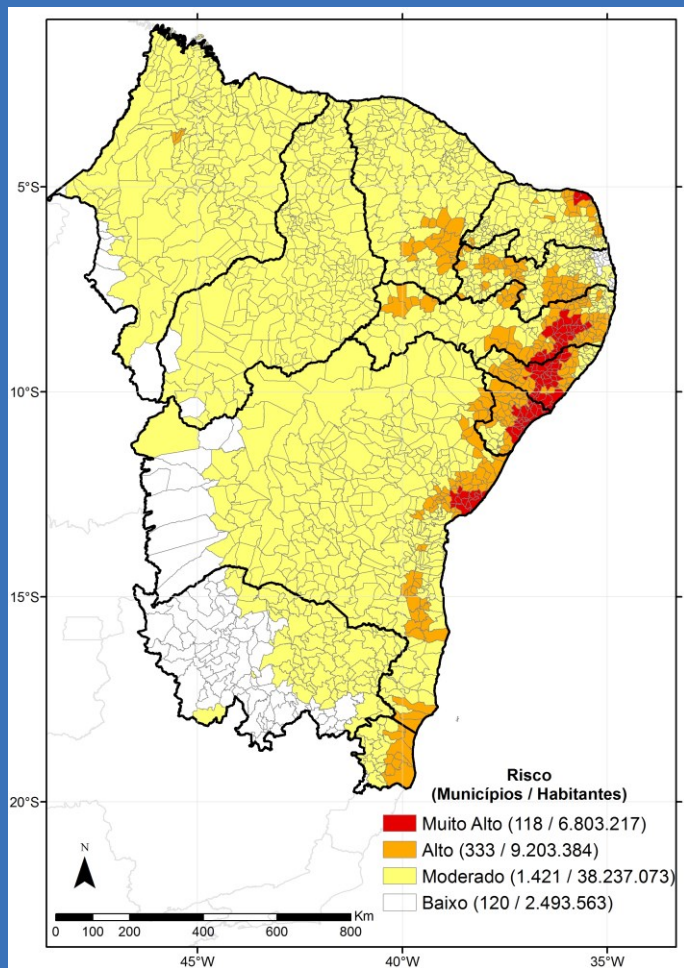


Figura 6 - Risco agroclimático para o período de 01/10/2015 a 29/02/2016.

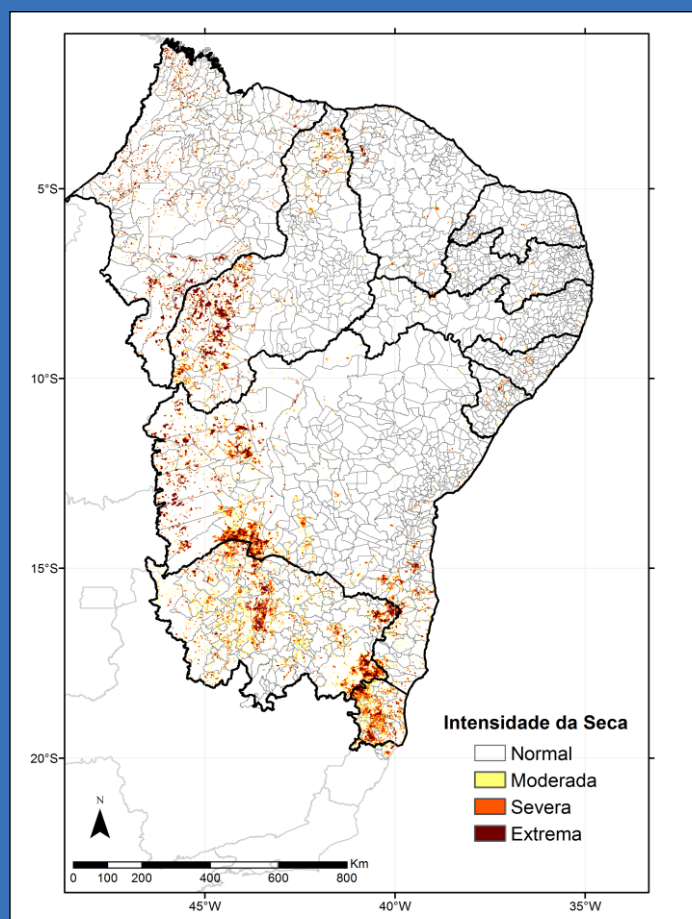
O risco agroclimático é estimado a partir do **Número de dias com déficit hídrico nos municípios (NDDH)**, o qual é calculado a partir do modelo de balanço hídrico (Souza et al., 2001; Rossato et al., 2005) desenvolvido pelo CPTEC/INPE. No modelo, o armazenamento de água no solo é calculado combinando a informação meteorológica com as informações de solo em um ambiente georeferenciado. O NDDH é calculado para o trimestre mais chuvoso, sendo computado o dia em que o armazenamento de água no solo é menor do que um valor crítico. De modo geral, quando as chuvas no trimestre chuvoso são bem distribuídas e suficientes, o número de dias com déficit tende a ser pequeno, e o contrário ocorre quando as chuvas são escassas ou mal distribuídas no tempo (veranicos), em que o número de dias com déficit é maior. O NDDH, que está relacionado com a disponibilidade de água no solo, é um fator chave para a identificação de áreas sob condições de seca agrícola.

Considerando a avaliação do NDDH para o ano hidrológico de 2015/2016, que teve início no mês de outubro, 118 municípios foram classificados como de risco **MUITO ALTO** (mais que 75 dias com déficit hídrico) e 333 municípios como de risco **ALTO** (entre 60 a 75 dias com déficit hídrico). Ressalta-se que o número é ainda elevado, principalmente na parte leste, em função das quadras chuvosas ainda não terem iniciado.

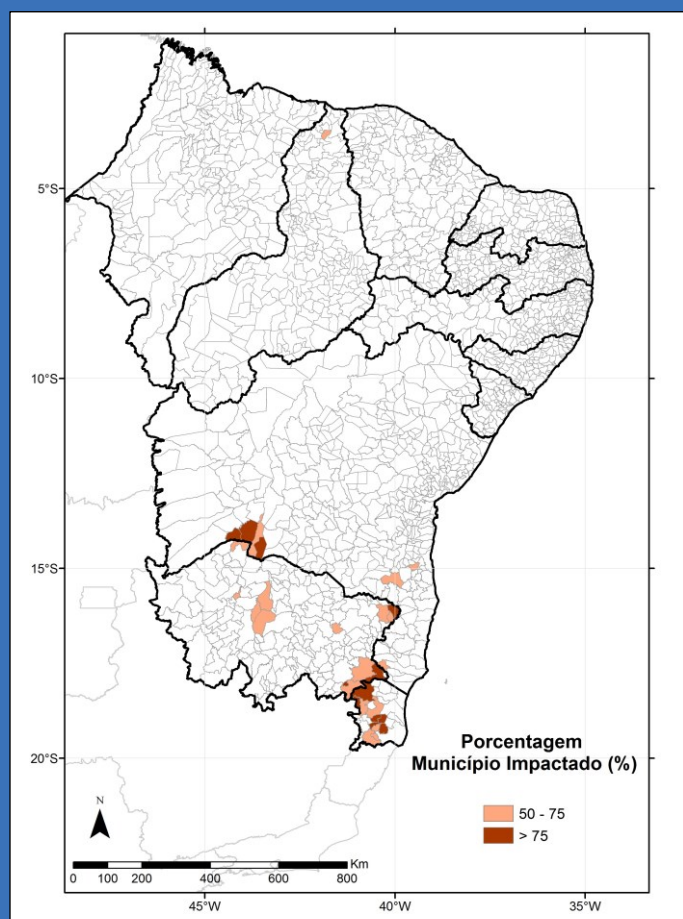
### 1.4 Sensoriamento Remoto: Índice de suprimento de água para a vegetação (VSWI)

O índice VSWI é derivado de dados de NDVI e temperatura do dossel, oriundos do sensor MODIS a bordo dos satélites AQUA e TERRA – resolução de 1 km (composição feita para fins de obtenção de dados com maior resolução temporal). A relação temperatura do dossel - NDVI tem sido utilizada em grandes centros de monitoramento de secas em diversos países, tais como Estados Unidos (NOAA) e China. O índice indica condição de seca quando o valor do NDVI (índice de vegetação) é baixo (o que indica baixa atividade fotossintética) e a temperatura da vegetação é alta (indicando estresse hídrico). Portanto, o índice é inversamente proporcional ao conteúdo de umidade do solo e fornece uma indicação indireta do suprimento de água para a vegetação (Cunha et al., 2015). Os percentuais de anomalias de VSWI (diferença entre o valor médio de VSWI nos últimos 13 anos e o valor de VSWI) são calculados por município. Anomalias positivas indicam que o índice em determinado período é maior do que a média (tons de vermelho), caracterizando condição de seca e vice-versa (anomalias negativas: tons em azul). **As anomalias são calculadas apenas para áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens.**

A Figura 7 apresenta a intensidade dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (tons de marrom escuro estão associados a impactos mais intensos). Em relação ao mês anterior (janeiro), a situação de seca na maior parte da área monitorada desintensificou-se, refletindo ainda os acumulados significativos de chuva observados no mês de janeiro (cf. Figura 7 do relatório anterior). A Figura 8 apresenta as porcentagens de áreas dos municípios impactados pela seca. De acordo com o índice VSWI, apenas 32 municípios apresentaram pelo menos 50% de suas áreas impactadas, totalizando, no **mês de fevereiro de 2016**, aproximadamente 2,6 milhões de hectares, o que pode impactar cerca de 30 mil estabelecimentos de agricultura familiar. Com relação ao mês anterior (janeiro), houve redução de 85 % das áreas impactadas pela seca em toda a região monitorada.



**Figura 7** – Avaliação da intensidade da seca a partir da anomalia de VSWI para o mês de fevereiro de 2016



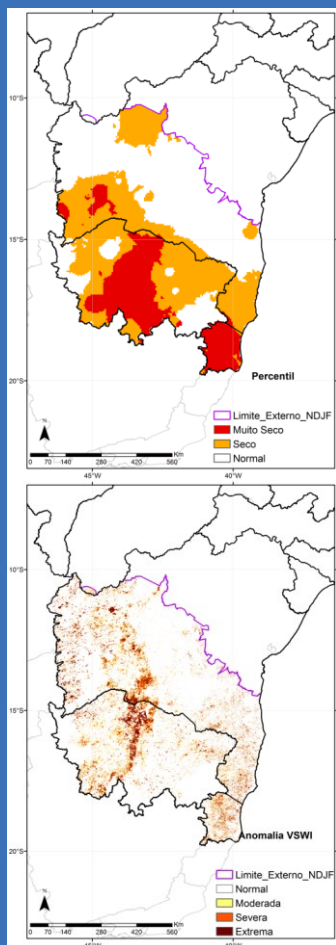
**Figura 8** - Porcentagem do município impactado pela seca (impacto em áreas de pastagens e agrícolas) no mês de fevereiro de 2016 de acordo com o índice VSWI.

UF	Número de Municípios com mais de 50% de área impactada	Área Correspondente Impactada (ha)	Número de Estabelecimentos de Agricultura Familiar Impactados
BA	7	707.229,44	5.557
CE	-	-	-
PI	1	23.735,62	720
PB	-	-	-
AL	-	-	-
RN	-	-	-
MA	-	-	-
SE	-	-	-
ES	11	687.428,00	12.770
PE	-	-	-
MG	13	1.159.606,67	7.078
<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>2.577.999,74</b>	<b>26.125</b>

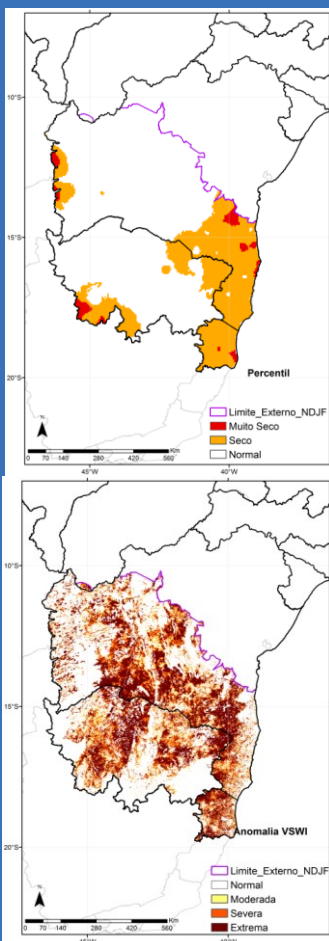
**Tabela 1.** Avaliação da Extensão dos Impactos da seca.

## 2- Avaliação das condições de seca para a quadra chuvosa NDJF

a) NDJF/2014-2015



b) NDJF/2015-2016



A primeira quadra chuvosa de 2016 para a Região Nordeste finalizou no mês de fevereiro. Em resumo, com exceção do mês de janeiro, os demais meses apresentaram acumulados de chuva inferiores à média climatológica. Apesar disso, o mês de janeiro apresentou acumulados de precipitação superiores à média climatológica (não mostrado). Avaliando o período como um todo, de acordo com os dados de percentis de precipitação, a quadra chuvosa NDJF-2016 apresentou condições de seca menos intensas do que a quadra NDJF-2015. Tal resultado reflete os acumulados de chuva significativos observados no mês de janeiro, que tiveram um peso maior no cálculo do percentil. Por outro lado, de acordo com as anomalias do índice VSWI, o parecer final com relação à quadra NDJF-2016 foi de seca mais intensa do que a quadra NDJF-2015. Uma vez que os dados de seca vegetativa carregam memória de períodos prévios de seca muito intensa (novembro e dezembro de 2015), no cálculo final do índice para a quadra avaliada apenas as chuvas ocorridas no mês de janeiro não foram suficientes para favorecer condições médias para o crescimento vegetativo.

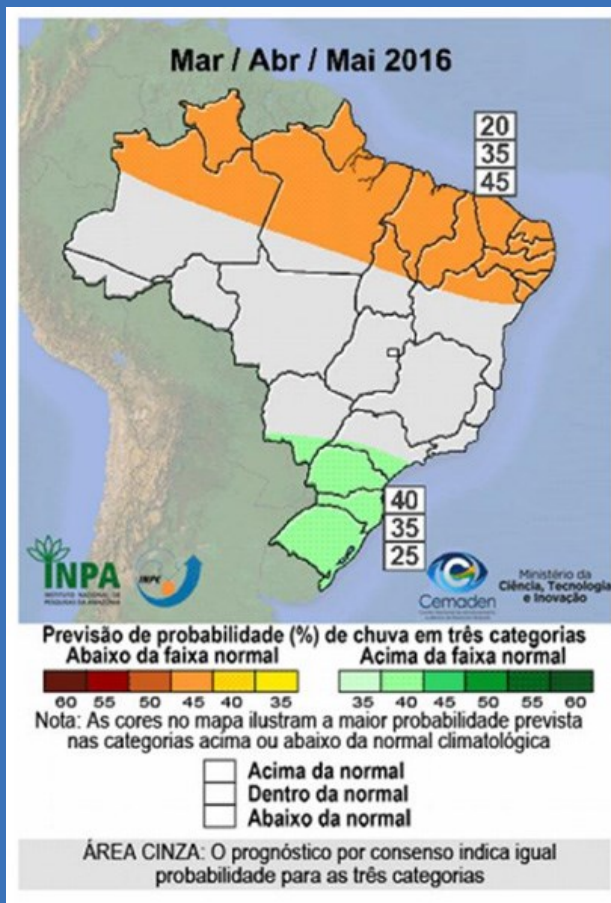
**Figura 9.** Avaliação das condições de seca para o quadra chuvosa Novembro-Fevereiro de acordo com o cálculo dos percentis dos dados de precipitação e anomalias do índice VSWI (a) 2014-2015 e (b) 2015-2016.

### 3. PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL

A situação climática ainda se encontra influenciada pela presença do fenômeno "El Niño". Os mais recentes indicadores atmosféricos e oceânicos mostram que o El Niño vem enfraquecendo, principalmente no setor leste do Pacífico Equatorial, embora ainda permaneça intenso. A magnitude deste evento classifica-o entre os três mais intensos que se tem registro na era moderna. O ONI (*Oceanic Niño Index*) do - *Climate Prediction Center*, da NOAA, mostra que este episódio atua desde o trimestre FMA/2015.

A previsão por consenso do IRI-CPC (*International Research Institute e Climate Prediction Center*, ambos dos EUA) estima chances superiores a 80% que este episódio perdure até o trimestre MAM, declinando paulatinamente neste período. Portanto, as quadras chuvosas do norte da Região Nordeste ainda serão influenciadas pelo fenômeno El Niño, que usualmente está associado a déficit de precipitação.

A previsão climática sazonal do MCTI para o trimestre MAM/2016 prevê como cenário mais provável o de chuvas abaixo da média climatológica no Norte e Nordeste do País. De acordo com a indicação das áreas (**Figura 10**), os setores mais ao norte do semiárido poderão ser potencialmente afetados. Vale ressaltar que mesmo em anos de forte El Niño, como atualmente, é possível a ocorrência de episódios de chuvas mais intensas com alta variabilidade espacial e temporal. Contudo, em geral, os totais acumulados não superam a média climatológica.



Climatologicamente, o trimestre março a maio corresponde ao período chuvoso do setor norte do semiárido, abrangendo os estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Ceará, Piauí e Maranhã. A atenção deve estar voltada para os municípios do Estado do Maranhã, principalmente no setor centro-norte, e Estado do Ceará, no setor sul. Segundo a indicação dos percentis de chuva (Seção 1.1.1), estas regiões apresentam um quadro de déficit de precipitação, posicionando-as nas categorias "seco" a "muito seco". Dado que o cenário climático atual indica a

## 4. Tendências na escala de tempo subsazonal

### 4.1 Oscilações sub-sazonais

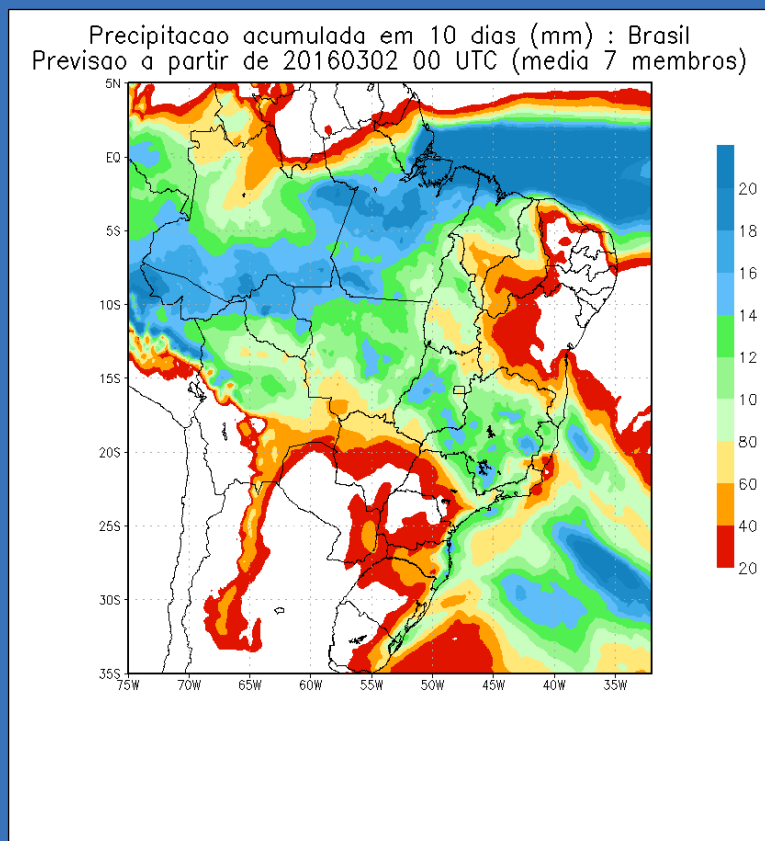
Nesta época do ano (março a maio) a Oscilação de Madden-Julian (OMJ) pode estar associada a eventos de precipitação no semiárido. A OMJ tem estado ativa neste verão (desde dezembro/2015). Um pulso de chuva intensa propagou-se para leste pelo Oceano Pacífico durante dezembro e janeiro e influenciou a ocorrência das precipitações intensas no semiárido durante o mês de janeiro. Atualmente, a região de chuva mais significativa se encontra no Pacífico Central.

As previsões sobre o comportamento da OMJ para as duas primeiras semanas de março/2016 indicam que provavelmente a OMJ não deva influenciar o regime de precipitação no semiárido. O cenário mais provável é que deva prevalecer o sinal de mais baixa frequência, isto é, inibição das chuvas devido ao El Niño.

### 4.2 Previsão por conjuntos para os próximos 10 dias

A previsão por conjuntos do modelo Eta-CPTec/INPE indica pouca chance de ocorrência de chuva nos próximos 10 dias no semiárido, com exceção dos Estados do Maranhão e Piauí. Nestas regiões, está previsto chover em torno de 100 mm, acumulados nos próximos 10 dias. Esta previsão consonante com a análise das oscilações sub-sazonais (Seção 3.1), na qual se estima que a OMJ, na sua atual fase, não deva favorecer o regime de precipitação no semiárido.

**Figura 11** - Previsão de precipitação acumulada (mm) nos próximos 10 dias emitida pelo do modelo numérico ETA/CPTec/INPE. Esta previsão é resultado da média de um conjunto de 7 membros (7 previsões semelhantes em que a cada previsão é iniciada com o estado da atmosfera ligeiramente diferente).

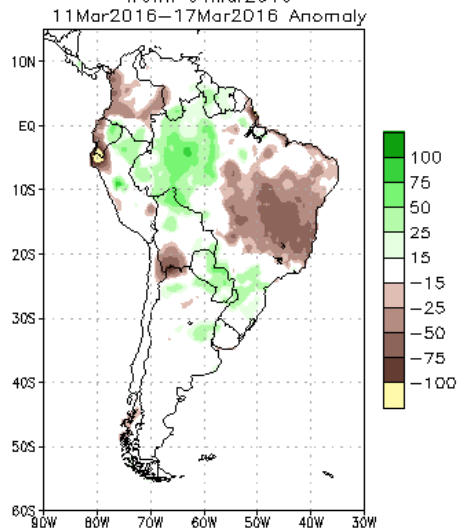


### 4.3 Projeção para a segunda semana – 11 a 17 de março de 2016

De modo geral, tanto o modelo do NCEP/NOAA quanto o modelo do CPTec indicam condições desfavoráveis à ocorrência de chuva em grande parte da Região Nordeste. Para todo o estado do Maranhão, que atualmente se encontra em período chuvoso, a previsão é de precipitações abaixo da média. Porém, vale ressaltar que a precisão espacial fica comprometida com esta escala de antecipação (uma semana).

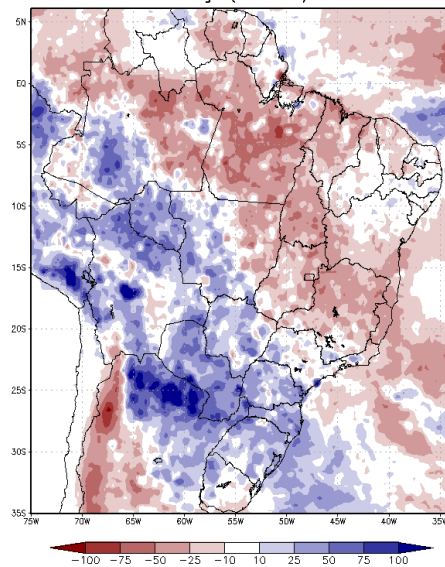


NCEP GFS Ensemble Forecast 8-14 Day Precipitation (mm)  
from: 04Mar2016



Bias correction based on past 30-day forecast error  
CPC Unified Precip Climatology (1981-2010)

Anomalia semana: 11/Mar/2016 17/Mar/2016 - 00Z  
Merge (15 anos)

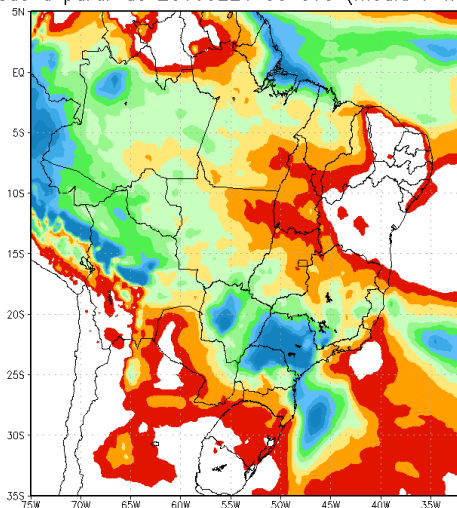


**Figura 12** – (Esq.) Previsão de anomalia de precipitação no período 11 a 17 de março de 2016, pelo modelo de previsão por conjuntos do NCEP/NOAA. (Dir.) Previsão de anomalia de precipitação no período 11 a 17 de março de 2016, pelo modelo de previsão por conjuntos do CPTec/INPE.

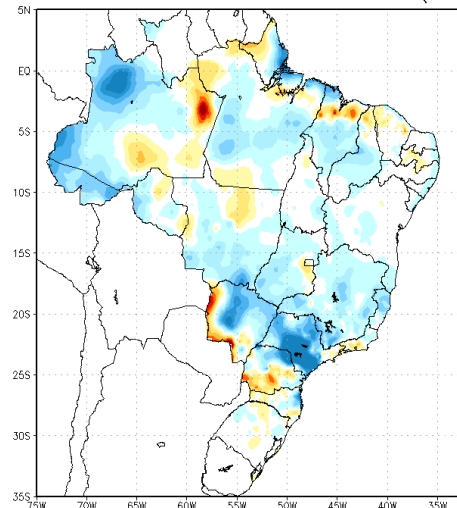
## 4.4 Verificação da previsão por conjuntos do Eta/CPTEC/INPE

A verificação da previsão para 21 de fevereiro de 2016 (00 UTC) mostra que o modelo superestimou a chuva prevista na maioria das regiões do Brasil, exceto em algumas Regiões do Centro-Oeste e Noroeste e também em alguns pontos na Região Nordeste (Maranhão e no Piauí). Quando o modelo superestima a chuva prevista significa que choveu menos do que foi previsto (Figura 13). Para o semiárido, a previsão subestimou a ocorrência de precipitação em alguns pontos do leste da Paraíba, norte do Ceará e Piauí (de acordo com os acumulados do mês observados na Figura 1), isto é, nestas regiões o modelo apontava chuvas escassas, inferiores a 20 mm, no entanto, a precipitação observada superou o valor previsto.

Precipitacao acumulada em 10 dias (mm) : Brasil  
Previsao a partir de 20160221 00 UTC (media 7 membros)



Precipitacao acumulada em 7 dias (mm) : Brasil  
Previsao-Observacao de 2016022100 a 2016022800 (media 7 membros)



**Figura 13** – Esq.: Previsão de precipitação acumulada (mm) em 10 dias emitida pelo modelo numérico ETA/CPTEC/INPE em 27 de janeiro de 2016. Dir.: Diferença entre a previsão de precipitação acumulada (mm) em 10 dias emitida pelo

## REFERÊNCIAS

- American Meteorological Society (AMS), 2004. Statement on meteorological drought. Bull. Am. Meteorol. Soc. 85, 771–773.
- Cunha, A. P. M. A., Alvalá, R. C. S., Nobre, C. A., Carvalho, M. A. (2015). Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian Semiarid Region. Agricultural and Forest Meteorology. Aceito em 18 de setembro 2015.
- Matheron, G. 1969. Le krigeage universel. Technical Report 1, Paris School of Mines. Cah. Cent. Morphol. Math., Fontainebleau.
- Nobre, P.; Siqueira, L. S. P.; Roberto A. F. De Almeida, Marta Malagutti, Emanuel Giarolla, Guilherme P. Castelão, Marcus J. Boffino, Paulo Kubota, Silvio N. Figueroa, Mabel C. Costa, Manoel Baptista Jr., Luiz Irber Jr., Gabriel G. Marcondes 2013. Climate Simulation and Change in the Brazilian Climate Model, J. Climate, V.26, pp. 6716-6725.
- Rossato, L., Tomasella, J., Alvalá, R.C.S. Avaliação da Umidade do Solo no Brasil durante o Episódio El Niño (1982/83). Rev. Bras. Agromet. Santa Maria. 13 (1), 143-153. 2005.
- Souza, S. S.; Tomasella, J.; Gracia, M. G.; Amorim, M.C.; Menezes, P. C. P. 2001 O Programa De Monitoramento Climático Em Tempo Real Na Área De Atuação Da Sudene (PROCLIMA), Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia, Vol. 25, num. 01, 2001, pp. 15-24.
- Vieira, R. M. S. P., Cunha, A. P. M. A., Alvalá, R. C. S., Carvalho, V. C., Ferraz Neto, S., Sestini, M. F., 2013. Land use and land cover map of a semiarid region of Brazil for meteorological and climatic models, Rev. Bras. Meteorol. 28, 129–138.
- World Meteorological Organization (WMO), 1986. Report on Drought and Countries Affected by Drought During 1974–1985, WMO, Geneva, p. 118.