

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



### Sumário Executivo

O mês de janeiro de 2016 apresentou **acumulados de chuva** superiores a 180 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 03/02), indicou que 244 municípios apresentaram risco agroclimático muito alto e 1484 com risco alto. Os municípios classificados com risco muito alto estão concentrados no norte do Estado do Maranhão e leste da Região Nordeste. Considerando os impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VSWI para o mês de janeiro de 2016, tais áreas somaram aproximadamente 18 milhões de hectares (redução de 70% em relação ao mês de dezembro), podendo impactar cerca de 300 mil estabelecimentos de agricultura familiar. A avaliação das condições climáticas de grande escala mostra que o fenômeno El Niño ainda está presente, porém iniciando o seu enfraquecimento. Ainda assim esse fenômeno deve influenciar negativamente o regime de chuvas do semiárido nos próximos meses. Dado este quadro, as previsões climáticas para o trimestre Janeiro-Fevereiro-Março/2016 apontam como cenário mais provável o de chuvas inferiores à média climatológica. As previsões na escala sazonal indicam um primeiro período mais seco (1 semana a 10 dias) e depois condições para uma mudança de regime, de forma a causar chuvas relativamente mais volumosas no semiárido.

# 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 a 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 no 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 janeiro a 31 de janeiro de 2016 (**Figura 1**). A maior parte dos municípios localizados na região Nordeste apresentaram acumulados de precipitação superiores a 180 mm. Alguns municípios inseridos na faixa litorânea da região apresentaram acumulados entre 60 a 120 mm.

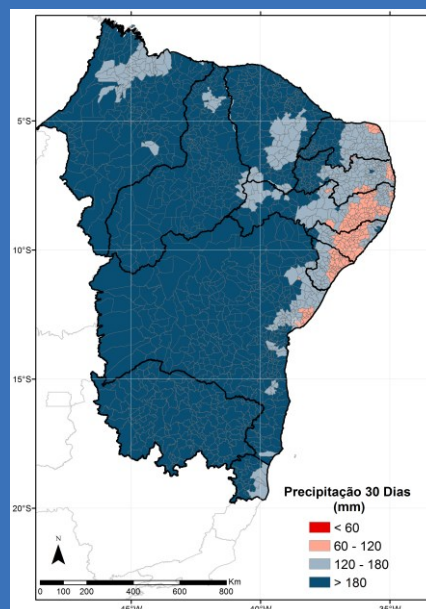


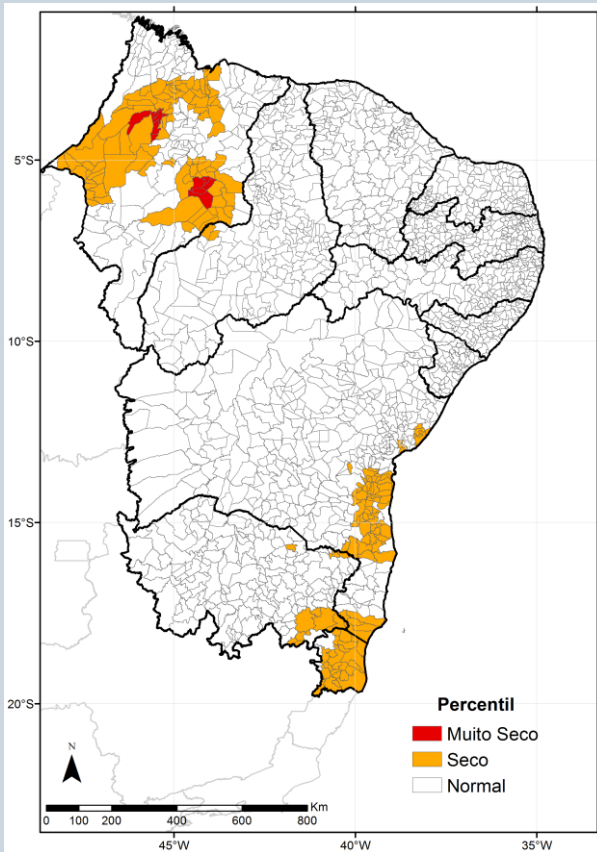
Figura 1 - Acumulados de chuva (mm) no mês de janeiro.

### 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 06 de novembro a 03 de fevereiro. Este acumulado foi determinado tanto para o período atual (ano de 2016), quanto para os períodos anteriores (climatológico). Os acumulados climatológicos 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 06 de novembro a 03 de fevereiro) de acordo com o cálculo dos percentis dos dados de precipitação.

Por exemplo, o percentil 15 é o valor de precipitação (climatológica) 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 climatológicos foram utilizados para o cálculo dos percentis. A comparação do período atual com o climatológico gerou a condição apresentada na **Figura 2**.

Em conformidade com excedente de chuvas ocorrido no mês de Janeiro (Figura 1), a avaliação do Percentil para os **últimos 90 dias** (período entre dias 06 de novembro a 03 de fevereiro) indica apenas algumas áreas que ainda permanecem com a condição de "Seca". São elas o norte do Maranhão o sul da Bahia e o norte do Espírito Santo.

### 1.3 Risco Agroclimático: Modelo de Balanço Hídrico

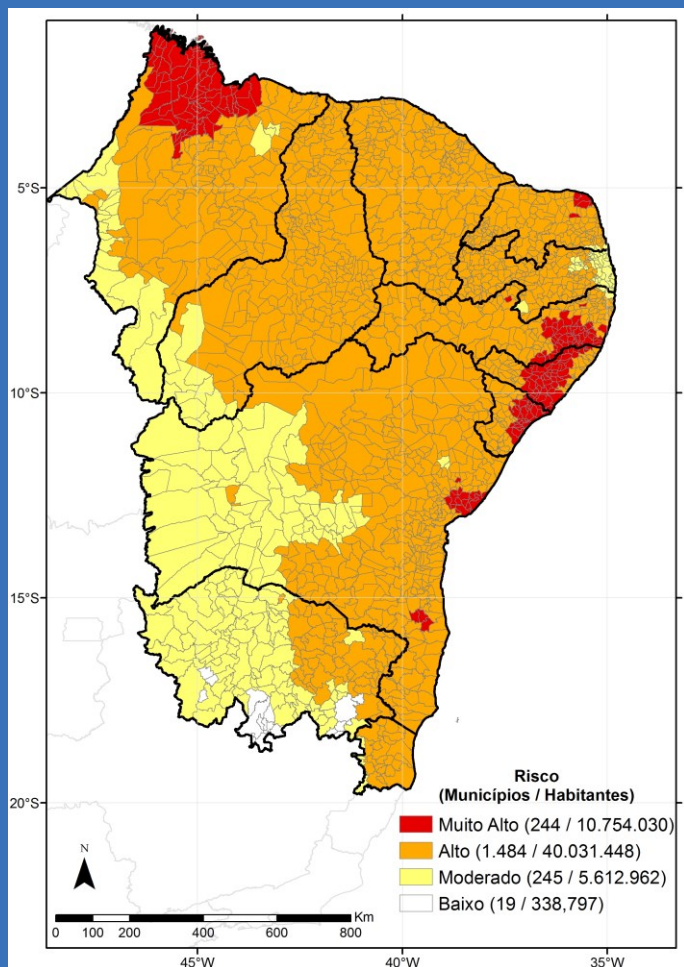


Figura 6 - Risco agroclimático para o período de 01/10/2015 a 03/02/2016.

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.

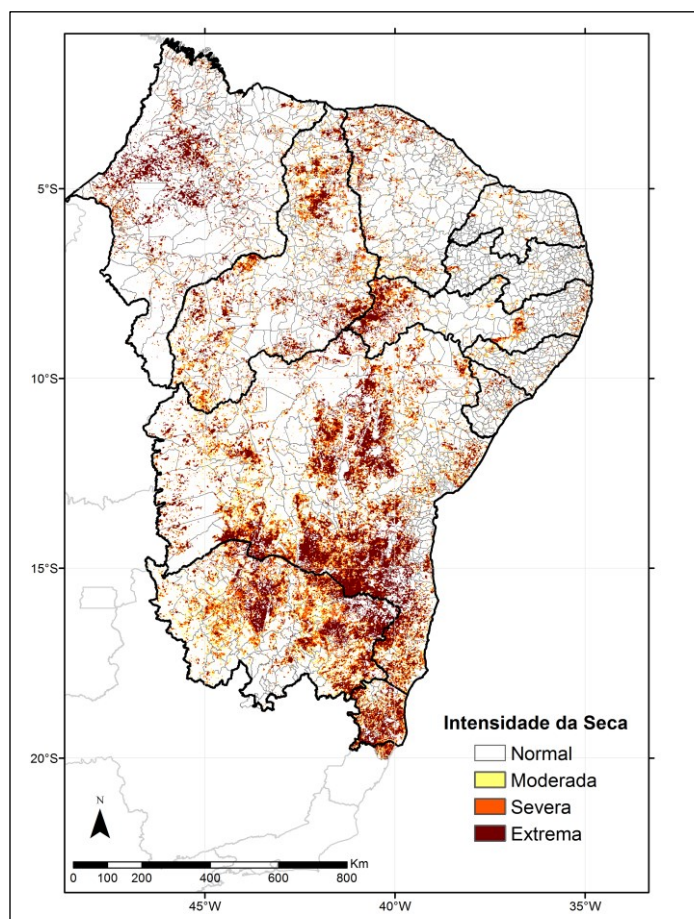
Considerando a avaliação do NDDH para o ano hidrológico de 2015/2016 que teve início no mês de outubro, 244 municípios foram classificados como de risco MUITO ALTO (mais que 75 dias com déficit hídrico) e 1484 municípios como de risco ALTO (entre 60 a 75 dias com déficit hídrico). Ressalta-se que o número é ainda elevado principalmente na parte central e norte da Região, em função das quadras chuvosas ainda não terem iniciado.

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

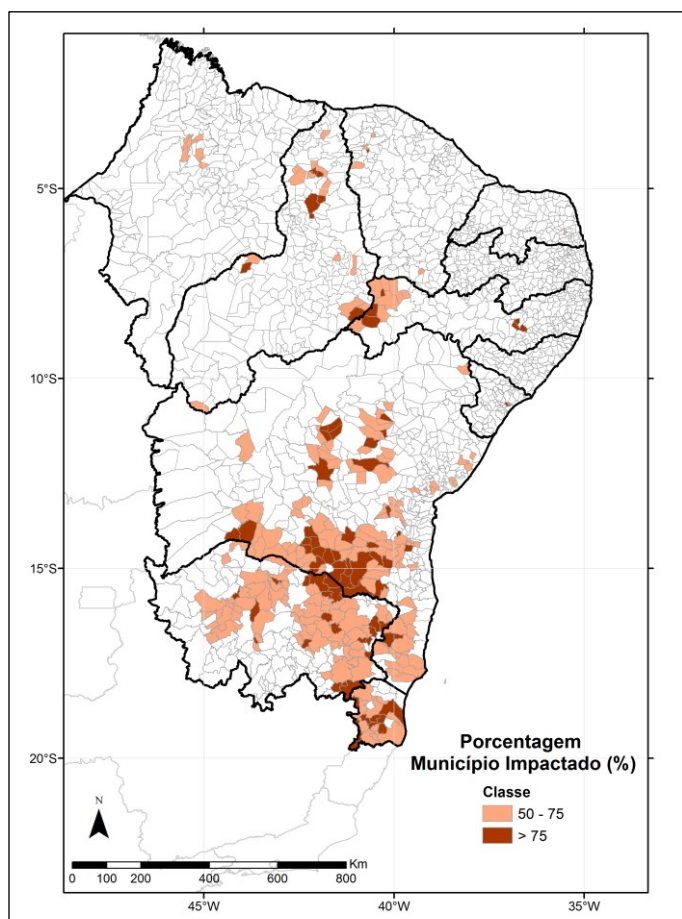
O índice VSWI é derivado de dados de NDVI e temperatura do dossel, oriundos do sensor MODIS a bordo dos satélites AQUA e TERRA – resolução de 1 km (composição feita para fins de obtenção de dados com maior resolução temporal). A relação temperatura do dossel - NDVI tem sido utilizada em grandes centros 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). Com exceção dos municípios localizados na porção central e sul do Estado da Bahia e no norte de Minas Gerais, verifica-se que em razão dos acumulados significativos de chuva no mês de janeiro, a condição de seca vegetativa foi amenizada (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, 283 municípios apresentaram pelo menos 50% de suas áreas impactadas, totalizando, no **mês de janeiro de 2016**, aproximadamente 18 milhões de hectares, podendo impactar cerca de 300 mil estabelecimentos de agricultura familiar. Com relação ao mês anterior (dezembro), houve redução de aproximadamente 70% das áreas impactadas pela seca em toda a região monitorada. A redução das áreas está relacionada com os acumulados de chuva observados no mês de janeiro.



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



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

UF	Número de Municípios com mais de 50% de área impactada	Área Impactada (ha)	Número de Estabelecimentos de Agricultura Familiar Impactados
BA	128	8.690.336,20	174.605
CE	5	81.510,48	5.478
PI	21	1.054.313,65	19.605
PB	-	-	-
AL	1	1.723,37	10
RN	1	4.341,47	558
MA	7	201.689,40	2.064
SE	3	12.685,67	307
ES	20	1.254.665,45	21.509
PE	13	915.579,67	32.925
MG	84	5.595.399,49	72.377
<b>TOTAL</b>	<b>283</b>	<b>17.812.244,86</b>	<b>329.438</b>

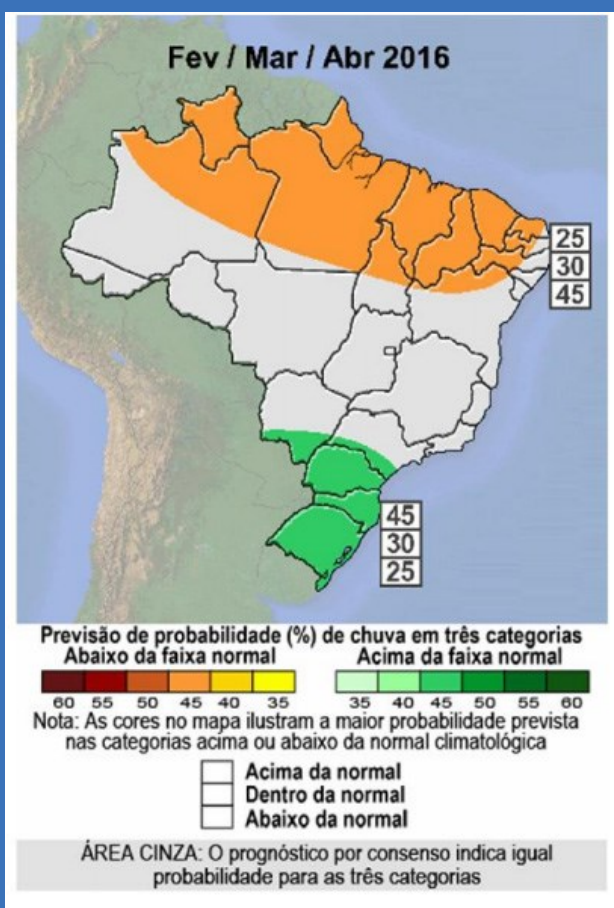
**Tabela 1.** Avaliação da Extensão dos Impactos da seca.

## 2. PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL

A situação climática está fortemente influenciada pela presença do fenômeno "El Niño". Os mais recentes indicadores atmosféricos e oceânicos mostram sinais de enfraquecimento no atual episódio, 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 semiárido ainda serão influenciadas pelo fenômeno El Niño.

A previsão climática sazonal do MCTI para o trimestre FMA/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 9**), todo o semiárido poderá ser potencialmente afetado. 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.



**Figura 9.** Previsão climática sazonal para FMA/2016. Previsão expressa em termos de desvios das probabilidades climatológicas.

Climatologicamente, o quadrimestre dezembro a março corresponde ao período chuvoso dos setores sul, central e leste do semiárido abrangendo principalmente a Bahia, sul dos Estados de Piauí e Maranhão. Dado que, principalmente o Estado do Maranhão apresenta um quadro de déficit hídrico, o cenário climático atual indica que, nos próximos três meses, há chances mínimas de reverter o quadro crítico.

### 3. Tendências na escala de tempo subsazonal

#### 3.1 Oscilações sub-sazonais

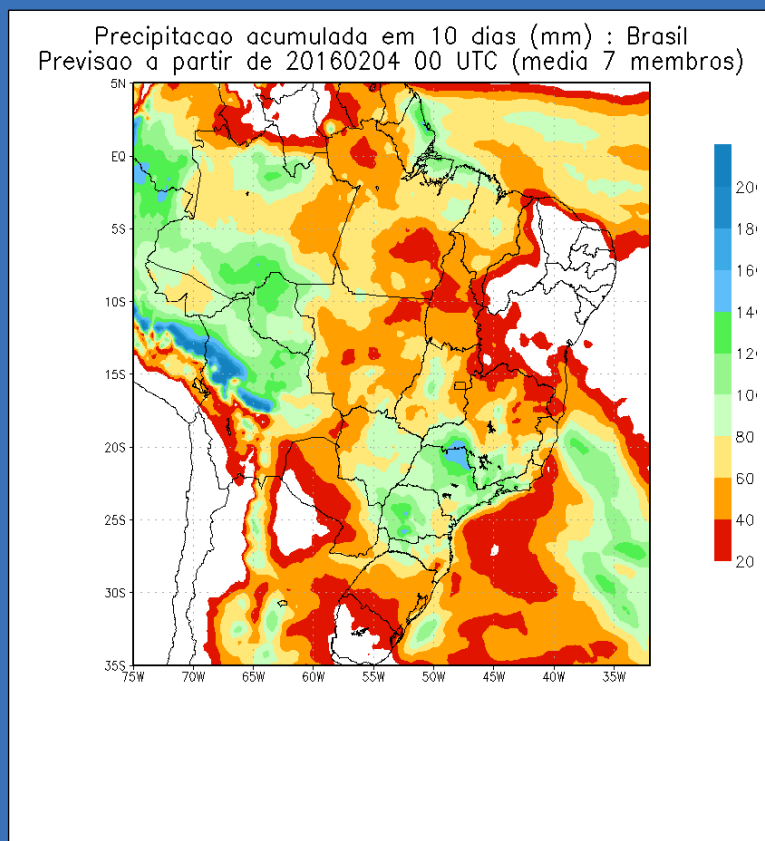
Nesta época do ano (dezembro a fevereiro) a Oscilação de Madden-Julian (OMJ) pode estar associada a eventos de precipitação no semiárido. No início de dezembro, foi detectada atividade da OMJ na forma de chuva intensa no Oceano Índico que propagou-se para leste pelo Oceano Pacífico durante dezembro e janeiro. No Pacífico Central os sinais da OMJ e do El Niño somaram-se e influenciaram a ocorrência das chuvas intensas no semiárido durante Janeiro.

As previsões para a 2 primeiras semanas de fevereiro indicam que a OMJ deve permanecer com atividade de chuva intensa na região do Continente Marítimo (Oceania). Esta condição costuma estar associada a chuvas normais ou abaixo da média na Região Nordeste.

#### 3.2 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. Esta previsão está em acordo com a análise da OMJ, na qual se estima que a permanência da fase convectiva no extremo oeste do Oceano Pacífico possa inibir as chuvas no semiárido.

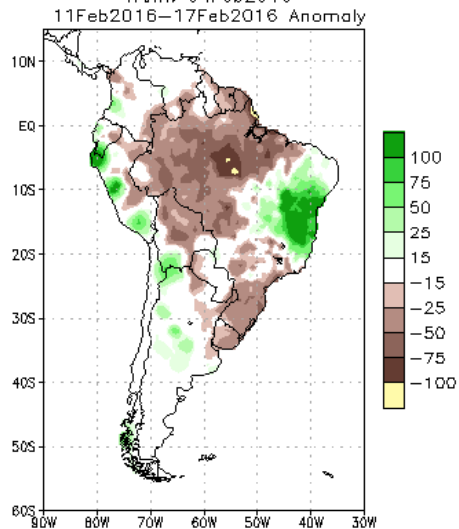
**Figura 10** - Previsão de precipitação acumulada (mm) nos próximos 10 dias emitida pelo do modelo numérico ETA/CPTEC/INPE. Esta previsão é resultado da média de um conjunto de 7 membros (7 previsões semelhantes em que a cada previsão é iniciada com o estado da atmosfera ligeiramente diferente).



### 3.3 Projeção para a segunda semana – 11 a 17 de fevereiro de 2016

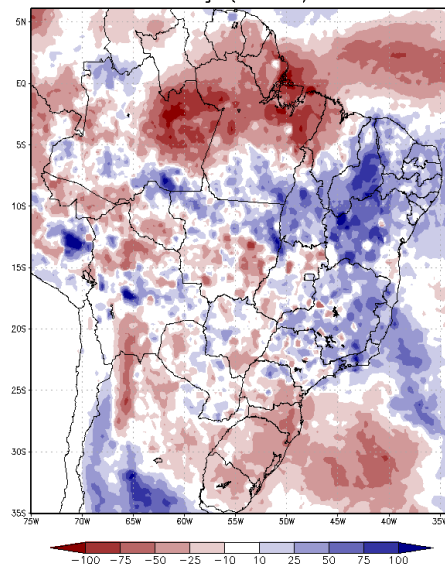
As previsões para a semana de 11 a 17/02 indicam condições atmosféricas favoráveis à ocorrência de precipitação na região central do semiárido, principalmente nos estados da Bahia e Piauí. Vale ressaltar que a precisão espacial fica comprometida com esta escala de antecipação (1 semana). A interpretação mais adequada é a de que pode haver condições para uma mudança de regime, do regime seco, que está acontecendo atualmente, para um regime chuvoso, após 1 semana.

NCEP GFS Ensemble Forecast 8-14 Day Precipitation (mm)  
from: 04Feb2016



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

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

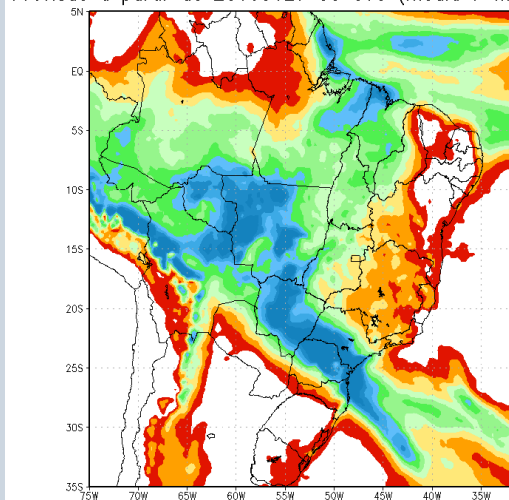


**Figura 11** – (Esq.) Previsão de anomalia de precipitação no período 11 a 17 de fevereiro de 2016, pelo modelo de previsão por conjuntos do NCEP/NOAA. (Dir.) Previsão de anomalia de precipitação no período 11 a 17 de fevereiro de 2016, pelo modelo de previsão por conjuntos do CPTEC/INPE.

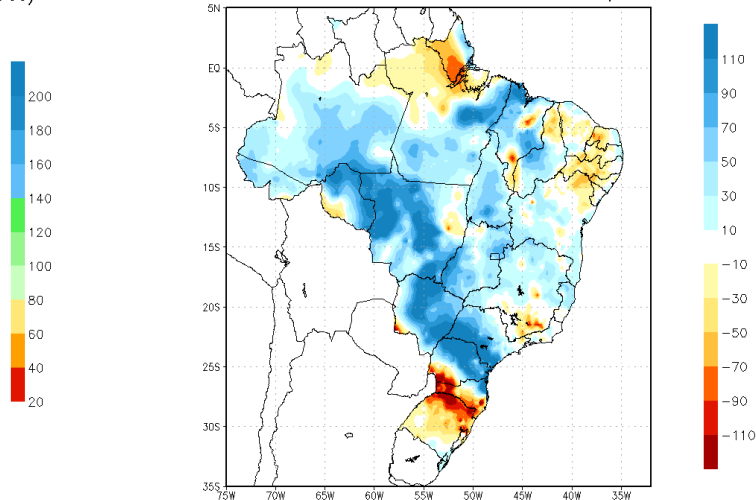
### 3.4 Verificação da previsão por conjuntos do Eta/CPTEC/INPE

A verificação da previsão emitida em 27 de janeiro de 2016 (00 UTC) mostra que o modelo superestimou a chuva prevista na maioria das regiões do Brasil, ou seja, choveu menos do que foi previsto (Figura 12). No semiárido a previsão subestimou a ocorrência de precipitação, de fato, o modelo não apontava para chuvas nas regiões onde choveu.

Precipitacao acumulada em 10 dias (mm) : Brasil  
Previsao a partir de 20160127 00 UTC (media 7 membros)



Precipitacao acumulada em 7 dias (mm) : Brasil  
Previsao-Observacao de 2016012700 a 2016020300 (media 7 membros)



**Figura 12** –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 modelo numérico ETA/CPTEC/INPE em 27 de janeiro de 2016 e a precipitação observada.



## 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.