



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

### Sumário Executivo

O mês de maio de 2016 apresentou **acumulados de chuva** inferiores a 60 mm nos municípios localizados na maior parte da região Nordeste. A análise dos **percentis de chuva** para 90 dias (MAM) indica redução das áreas que apresentam a condição de "Muito Seco", principalmente nos Estados do Maranhão e Piauí. Municípios com condições de "Muito Seco" persistem principalmente no Estado da Bahia e no norte de Minas Gerais e do Espírito Santo (nestes Estados as quadras chuvosas já se encerraram). A avaliação do **risco agroclimático** (balanço hídrico) para o ano hidrológico 2015/2016 (01/10 a 31/05) indicou que 106 municípios foram classificados como de risco MUITO ALTO (mais que 75 dias com déficit hídrico) e 234 municípios como de risco ALTO (entre 60 a 75 dias com déficit hídrico). Tais números são ainda elevados, principalmente na região leste, ressaltando-se, no entanto, que a quadra chuvosa para essa área teve início no mês de abril. Considerando os impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, em relação ao mês anterior (abril), a situação de seca intensificou-se principalmente no centro e norte da Região Semiárida, refletindo os acumulados de chuva inferiores à média nos meses anteriores. Com relação aos municípios cujos calendários de plantio ainda estão vigentes, as áreas impactadas pelas secas somam cerca de 10 milhões de hectares, o que pode impactar aproximadamente 240 mil estabelecimentos de agricultura familiar inseridas nessas regiões.

Em resumo, os quatro meses da quadra chuvosa FMAM-2016 apresentaram déficit pluviométrico, resultando em condições de seca em grande parte da região. Tanto o percentil de precipitação quanto as anomalias de VSWI indicam que o mês de maio foi o que apresentou condição de seca mais intensa.

O fenômeno El Niño está praticamente com seu ciclo encerrado. O trimestre JJA deve marcar a transição para um episódio de La Niña, ainda de intensidade indefinida. A previsão climática sazonal para o trimestre Junho-Julho-Agosto/2016 aponta como cenário mais provável o de chuvas dentro da média climatológica. As condições previstas em escala de médio prazo para chuvas até 19 de junho são desfavoráveis à ocorrência de volumes substanciais de precipitação. Portanto, o quadro climático presente e futuro sugere que deve ser dada atenção às áreas que, ainda em período chuvoso, estão caracterizadas com risco agroclimático: regiões da Zona da Mata de Sergipe e Recôncavo Baiano.

# 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 maio a 31 de maio de 2016 (**Figura 1**). A maior parte dos municípios localizados na região Nordeste apresentaram acumulados de precipitação inferiores a 60mm. Municípios inseridos na porção leste da região (início da estação chuvosa no mês de abril) apresentaram acumulados superiores a 120 mm.

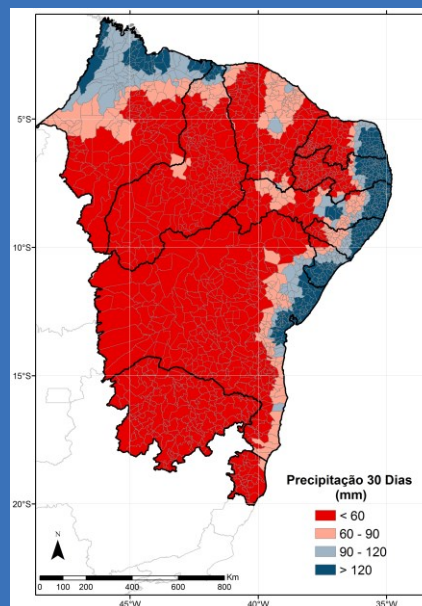


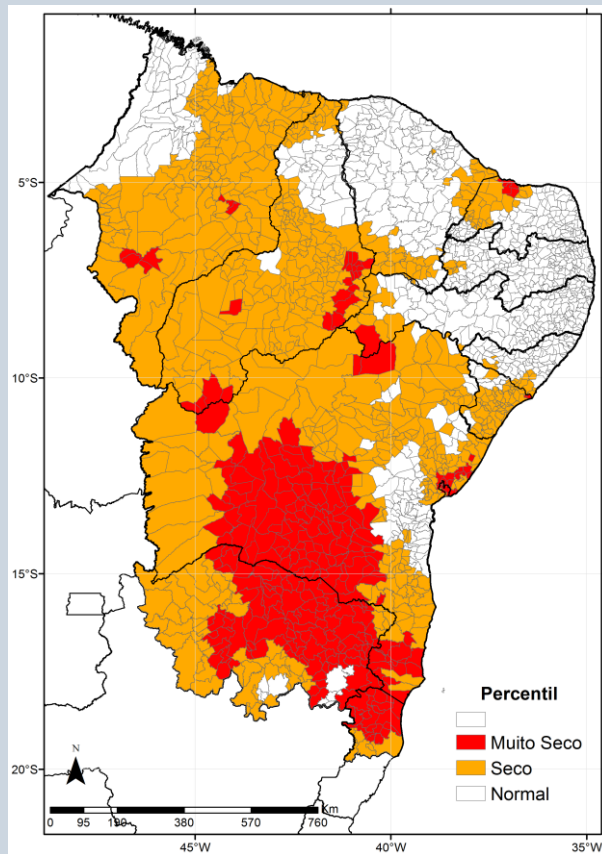
Figura 1 - Acumulados de chuva (mm) no mês de maio.

## 1.2 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 03 de março a 31 de maio. 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 03 de março a 31 de maio) 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**.

A avaliação do Percentil para os **últimos 90 dias** (período entre os dias 03 de março a 31 de maio) indica redução das áreas que apresentam a condição de "Muito Seco", principalmente nos Estados do Maranhão e Piauí. As regiões com a condição de "Muito Seco" persistem no Estado da Bahia e no norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, cujas estações chuvosas já se encerraram.

### 1.3 Risco Agroclimático: Modelo de Balanço Hídrico

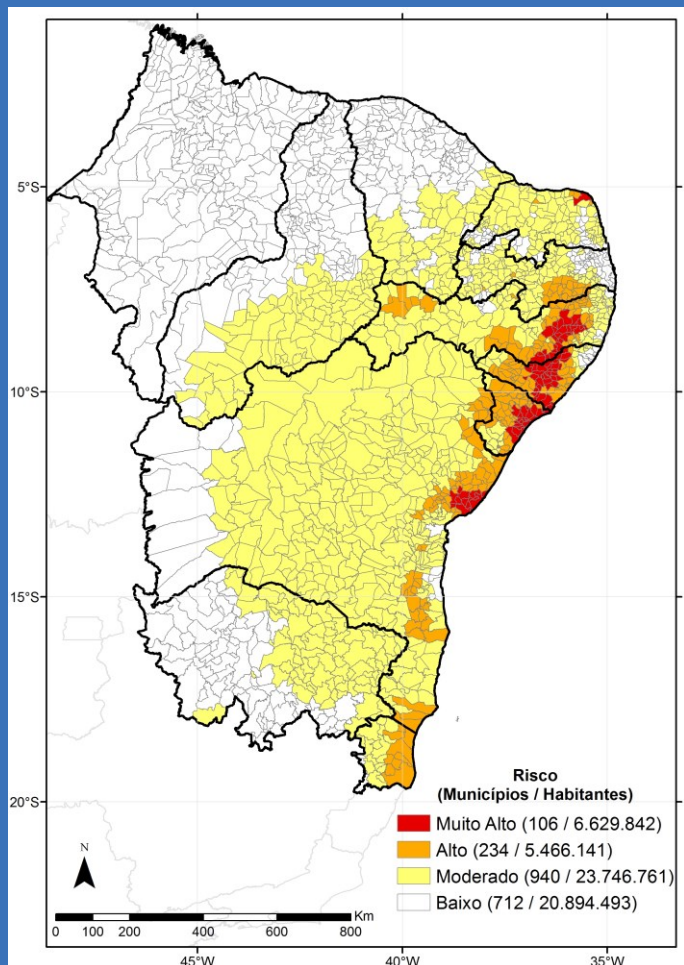


Figura 6 - Risco agroclimático para o período de 01/10/2015 a 31/05/2016.

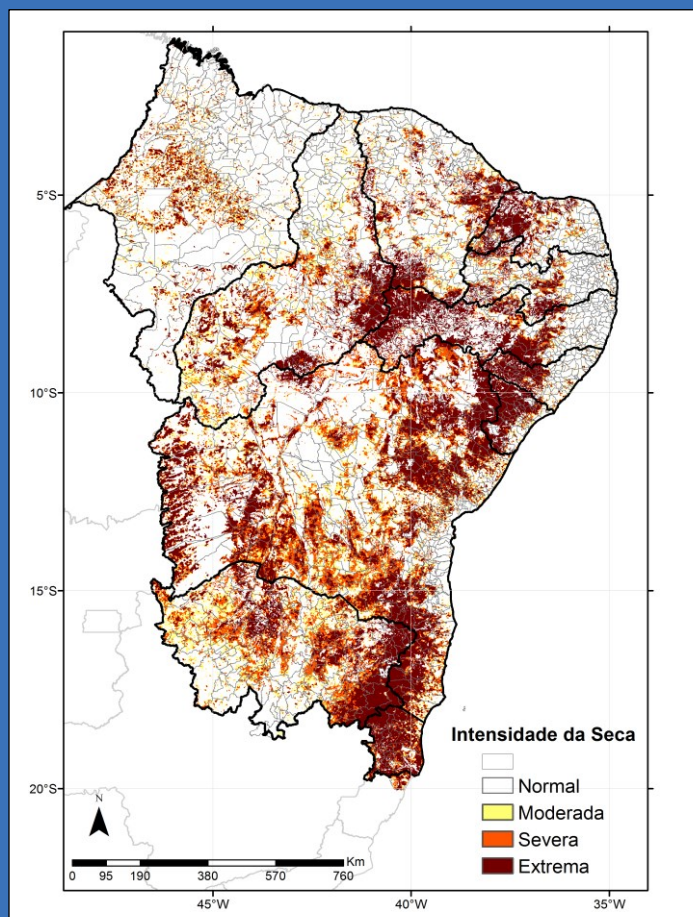
O risco agroclimático é estimado a partir do **Número de dias com déficit hídrico nos municípios (NDDH)**, o qual é calculado a partir do modelo de balanço hídrico (Souza et al., 2001; Rossato et al., 2005) desenvolvido pelo CPTec/INPE. No modelo, o armazenamento de água no solo é calculado combinando 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, 106 municípios foram classificados como de risco MUITO ALTO (mais que 75 dias com déficit hídrico) e 234 municípios como de risco ALTO (entre 60 a 75 dias com déficit hídrico). Tais números são ainda elevados, principalmente na região leste, ressaltando-se, no entanto, que a quadra chuvosa para essa área teve início no mês de abril.

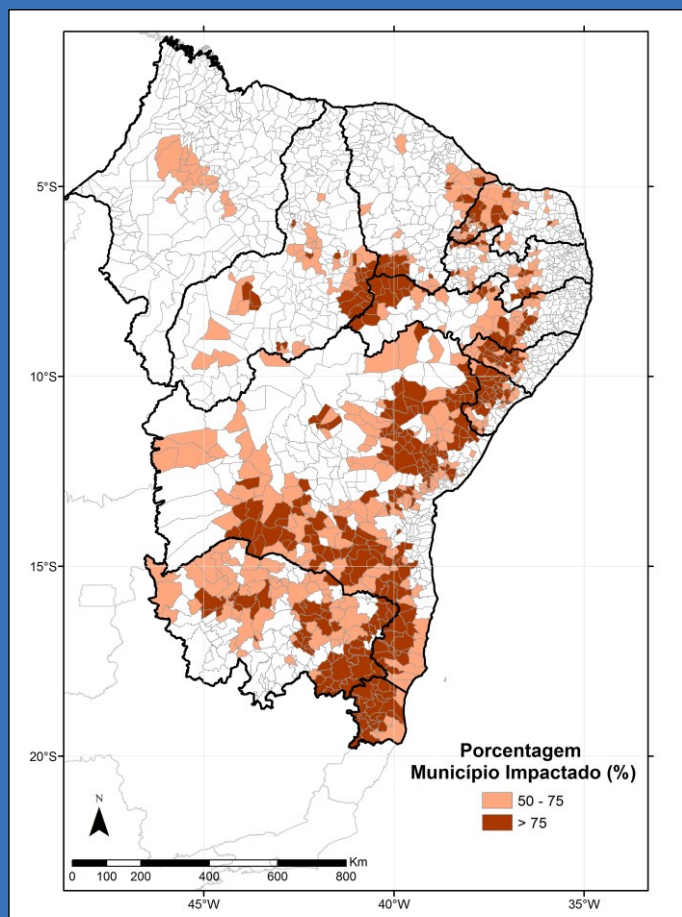
### 1.4 Sensoriamento Remoto: Índice de suprimento de água para a vegetação (VSWI)

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 (abril), a situação de seca intensificou-se principalmente no centro e norte da Região Semiárida, refletindo os acumulados de chuva inferiores à média nos meses anteriores. A Figura 8 apresenta as porcentagens de áreas de atividades agrícolas e pecuária de cada município impactado pela seca. De acordo com o índice VSWI, 752 municípios apresentaram pelo menos 50% de suas áreas impactadas no mês de maio de 2016. **Considerando as regiões cujos calendários de plantio ainda estão vigentes, as áreas impactadas pelas secas somam cerca de 10 milhões de hectares, o que pode impactar aproximadamente 240 mil estabelecimentos de agricultura familiar inseridas nessas regiões.**



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

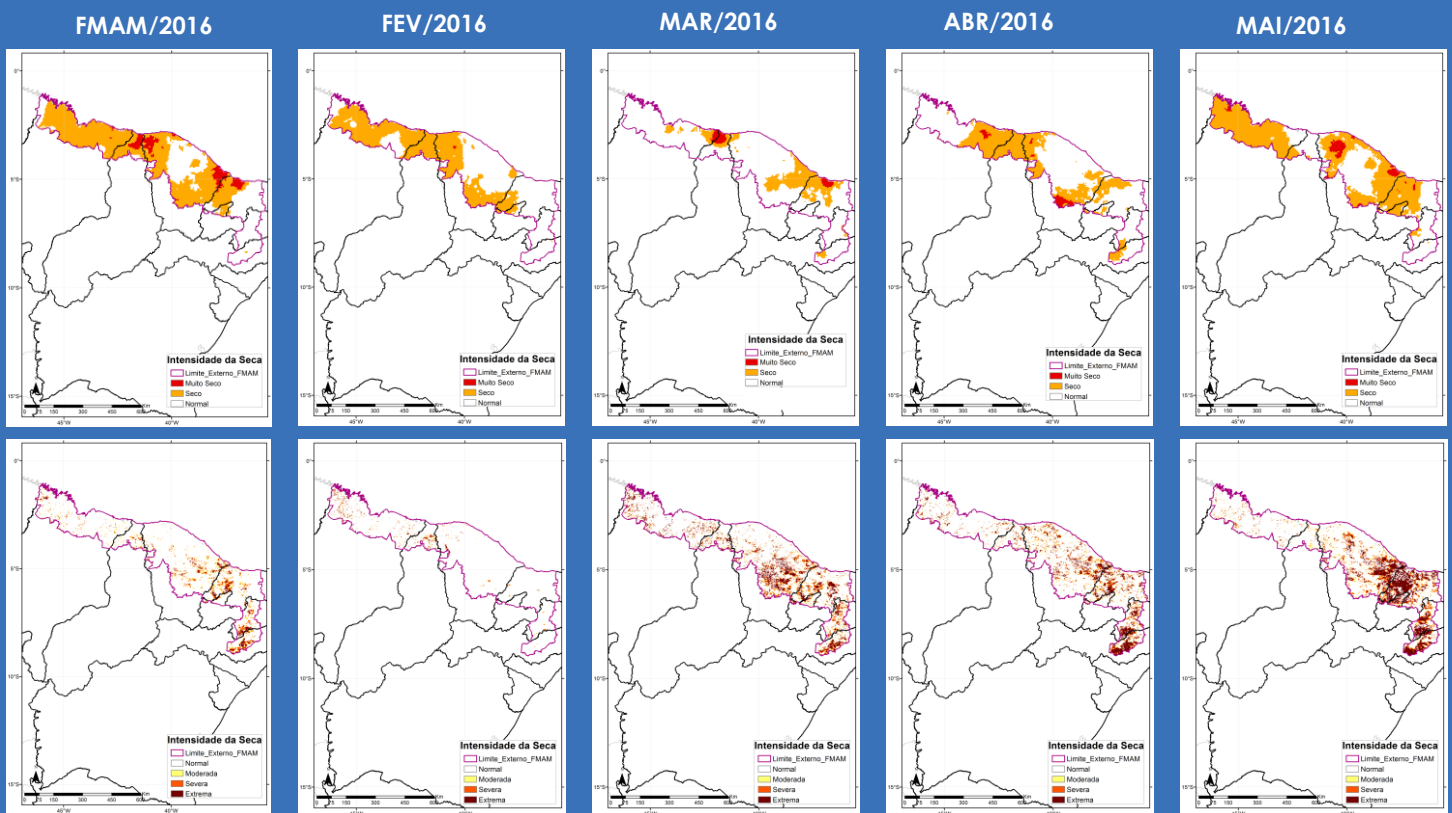


**Figura 8** - Porcentagem do município impactado pela seca (impacto em áreas de pastagens e agrícolas) no mês de maio de 2016 de acordo com o índice VSWI.

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

UF	Número de Municípios com mais de 50% de área impactada	Área Impactada (ha)	Número de Estabelecimentos de Agricultura Familiar Impactados
BA	261	20.392.446,11	461.213
CE	37	1.796.911,94	52.145
PI	56	3.035.538,69	55.339
PB	47	916.173,20	23.974
AL	37	953.331,89	68.764
RN	58	1.455.685,66	26.201
MA	19	1.182.980,31	14.215
SE	49	1.312.105,30	68.938
ES	28	2.085.218,78	25.595
PE	54	3.051.147,25	104.494
MG	106	9.127.814,94	90.223
<b>TOTAL</b>	<b>752</b>	<b>45.309.354,07</b>	<b>991.101</b>

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



**Figura 9.** Avaliação das condições de seca para a quadra chuvosa Fevereiro-Maio de acordo com o cálculo dos percentis dos dados de precipitação (primeira linha) e anomalias do índice VSWI (segunda linha) nos períodos FMAM 2015-2016 (em coluna), fevereiro, março, abril e maio de 2016 (em colunas).

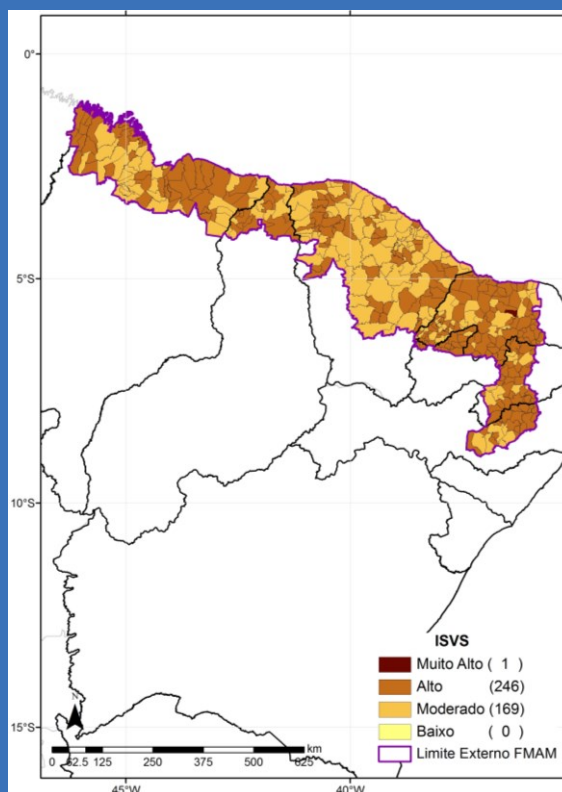
Os quatro meses da quadra chuvosa FMAM apresentaram déficit pluviométrico. Avaliando o período como um todo, de acordo com os dados de percentis de precipitação, a quadra chuvosa FMAM-2016 apresentou condições de seca em grande parte da sua região de abrangência. Por meio das anomalias do índice VSWI também foi possível verificar que grande parte da região apresentou condições de estresse vegetativo. Tanto o percentil de precipitação quanto as anomalias de VSWI indicam que o mês de maio, foi o que apresentou condição de seca mais intensa.

### 3 - Índice Socioeconômico de Vulnerabilidade à Seca – ISVS

O Índice Socioeconômico de Vulnerabilidade à Seca – ISVS é oriundo da integração de dados dos Censos Agropecuário (2006) e Demográfico (2010) do IBGE, bem como do Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD; 2010). O ISVS objetiva capturar as condições de sensibilidade e capacidade adaptativa dos municípios à seca. **O ISVS é igual a  $(1 + \text{Índice de Sensibilidade (IS)} - \text{Índice de Capacidade Adaptativa (ICA)})/2$ .** O IS é composto pelo (i) % da população rural; (ii) % da população ocupada em estabelecimentos agropecuários (EA); (iii) % da população vulnerável à pobreza; (iv) índices de Gini (renda e estrutura agrária); (v) % de área dos EAs com agricultura familiar; (vi) densidade da pecuária; (vii) intensificação da agropecuária; (viii) % de área com pastagem natural; (ix) IDHM. Para o ICA utilizaram-se as variáveis (i) nível de instrução dos dirigentes dos EAs; (ii) % de área dos EAs com irrigação; (iii) diversificação da produção.

A avaliação do ISVS indica que todos os municípios inseridos na área da região de abrangência da quadra chuvosa FMAM estão classificados como de alta a moderada vulnerabilidade. Desses, 61% (264) apresentam alta vulnerabilidade, além do município de Fernando Pedroza – RN que apresenta muito alta vulnerabilidade (**Figura 10**). Essa condição está associada, principalmente, às variáveis **sensibilidade** (área dos EA com agricultura familiar, proporção da população ocupada na agropecuária e densidade da pecuária) e **capacidade adaptativa** (diversidade da produção, seguida do nível de instrução dos dirigentes dos EAs).

**Resalta-se que para o próximo ano hidrológico (2016-2017) o ISVS será integrado às variáveis biofísicas, com a finalidade de complementar o monitoramento dos impactos da seca.**



**Figura 10**– Índice Socioeconômico de Vulnerabilidade à Seca na região de abrangência da quadra chuvosa FMAM.

## 4. PREVISÃO CLIMÁTICA SAZONAL

O atual episódio de "El Niño" está encerrando o seu ciclo. Os principais indicadores atmosféricos e oceânicos mostram que nas últimas semanas o enfraquecimento se acelerou. O Bureau of Meteorology da Austrália considera que atualmente o Pacífico se encontra em estado neutro. Na média da última semana a anomalia da Temperatura da Superfície do Mar registra uma extensa e estreita faixa de temperaturas abaixo da média no Pacífico Equatorial.

A previsão por consenso do IRI-CPC (International Research Institute e Climate Prediction Center, ambos dos EUA) prevê que a passagem de estado de El Niño para estado neutro ocorra durante a estação de inverno austral (JJA/2016). Também nesta estação as projeções são de desenvolvimento de uma La Niña, de intensidade ainda indefinida. Portanto, a quadra chuvosa do leste da região Nordeste deve ocorrer sob a condição de neutralidade em relação aos fenômenos El Niño/La Niña.

A previsão climática sazonal do MCTI para o trimestre JJA/2016 prevê como cenário mais provável o de chuvas dentro da categoria normal climatológica no setor leste da região Nordeste do país (Figura 10). No setor leste do Nordeste, onde a estação chuvosa está em seu início, a indicação é de um quadro de déficit pluviométrico menos severo. Vale ressaltar que mesmo em anos de 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 junho a agosto corresponde ao período chuvoso do setor leste dos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Nordeste da Bahia. A atenção deve estar focada em Alagoas e Nordeste da Bahia, Estados para os quais já há indicações de déficit hídrico (Seções 1.2 e 1.3).



Climatologicamente, o trimestre junho a agosto corresponde ao período chuvoso do setor leste dos Estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Sergipe, Alagoas e Nordeste da Bahia. A atenção deve estar focada nas regiões da Zona da Mata de Sergipe e Nordeste da Bahia, incluindo a capital Salvador, para os quais há indicações de déficit hídrico (Seções 1.1 a 1.3) e o mês de Junho ainda configura condições climatológicas para chuva.

## 5. Tendências na escala de tempo subsazonal

### 5.1 Oscilações sub-sazonais

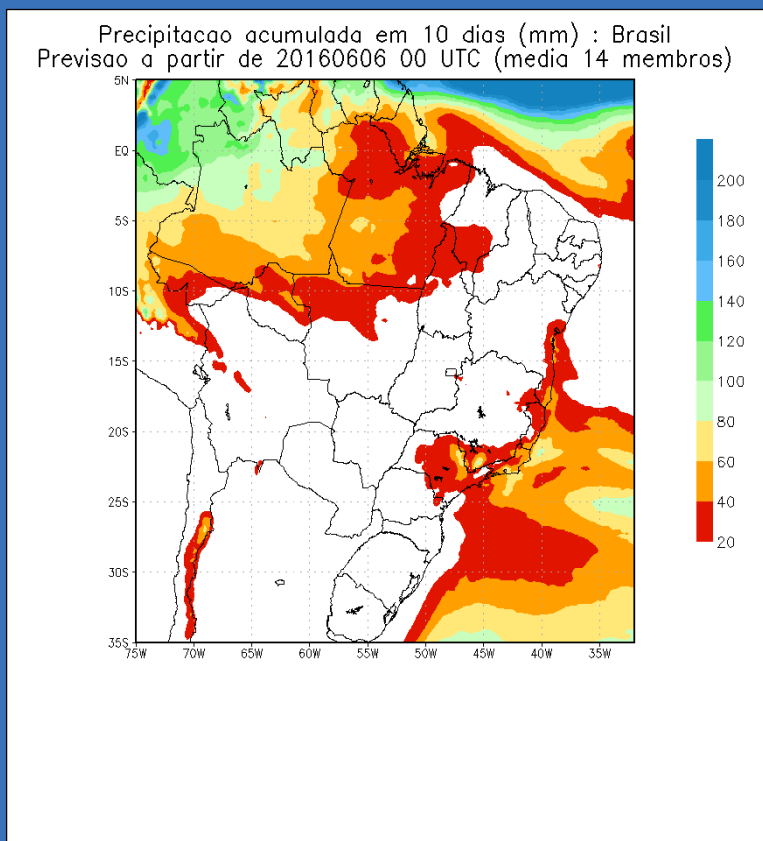
Desde dezembro/2015, OMJ tem apresentado episódios alternados de atividade e inatividade e influenciou a ocorrência das chuvas intensas no Semiárido durante Janeiro. No entanto, atualmente ela se apresenta descaracterizada, ou seja, não está presente, e, portanto, sem influência sobre o comportamento da chuva no Nordeste do Brasil.

As previsões sobre o comportamento da OMJ para as duas primeiras semanas de junho/2016 indicam uma possibilidade de que ela venha a se configurar a partir da segunda semana. No entanto, a região de chuvas intensificadas deve se posicionar no Oceano Índico; portanto, também sem influência sobre o comportamento da chuva no Nordeste do Brasil.

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

A previsão indica, de maneira geral, pouca chance de ocorrência de chuva nos próximos 10 dias na região da Zona da Mata ao norte do Recôncavo Baiano. Ao sul desta região, a previsão indica chances para ocorrência de chuvas nos próximos 10 dias. As avaliações recorrentes desta previsão (Seção 5.4) tem mostrado que este sistema de previsão apresenta deficiência em prever chuvas localizadas e intensas na região Nordeste. Portanto não deve ser descartada a possibilidade de ocorrência deste tipo de fenômeno atmosférico nos próximos 10 dias. Esta previsão está em acordo com a análise das oscilações sub-sazonais (Seção 5.1), na qual se estima que a OMJ não deve favorecer o regime de precipitação no Nordeste do Brasil.

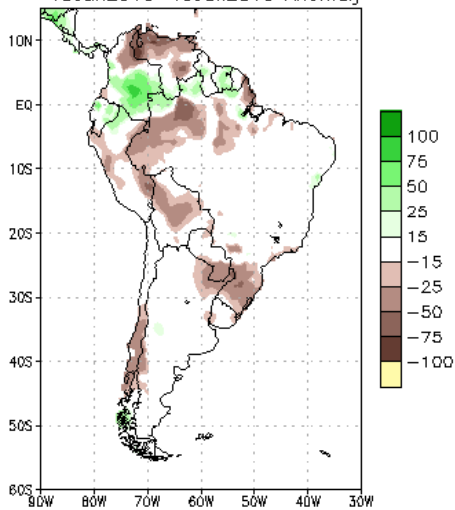
**Figura 11** - Previsão por conjunto de precipitação acumulada (mm) nos próximos 10 dias (Eta/CPTEC/INPE). Esta previsão é resultado da média de um conjunto de 7 membros (7 previsões semelhantes em que a cada previsão é iniciada com o estado da atmosfera ligeiramente diferente).



### 5.3 Projeção para a segunda semana – 13 a 19 de junho de 2016

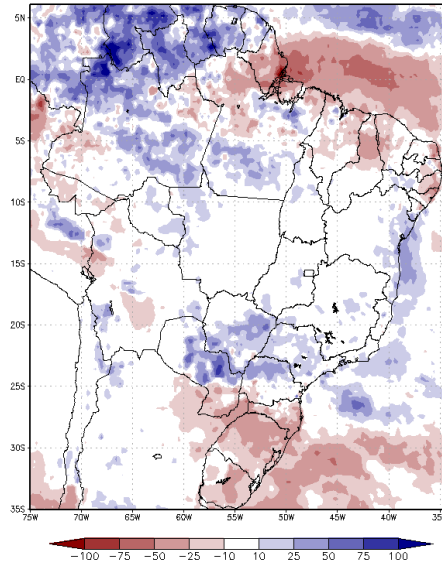
As previsões para a segunda semana indicam potencial para chuvas acima da média no Recôncavo Baiano e regiões próximas. Cautela deve ser tomada ao interpretar estas previsões, uma vez que a precisão espacial fica comprometida com esta escala de antecipação (1 semana).

NCEP GFS Ensemble Forecast 8-14 Day Precipitation (mm)  
 from: 06Jun2016  
 13Jun2016-19Jun2016 Anomaly



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

Anomalia semana: 13/Jun/2016 19/Jun/2016 - 00Z  
 Merge (15 anos)

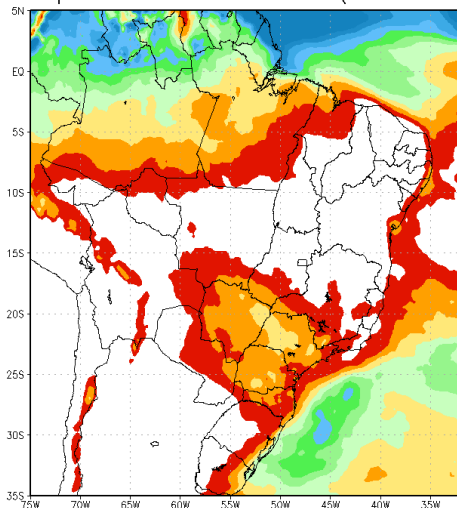


**Figura 12** –(Esq.) Previsão de anomalia de precipitação no período 13 a 19 de junho de 2016, pelo modelo de previsão por conjuntos do NCEP/NOAA. (Dir.) Previsão de anomalia de precipitação no período 13 a 19 de maio de 2016, pelo modelo de previsão por conjuntos do CPTEC/INPE.

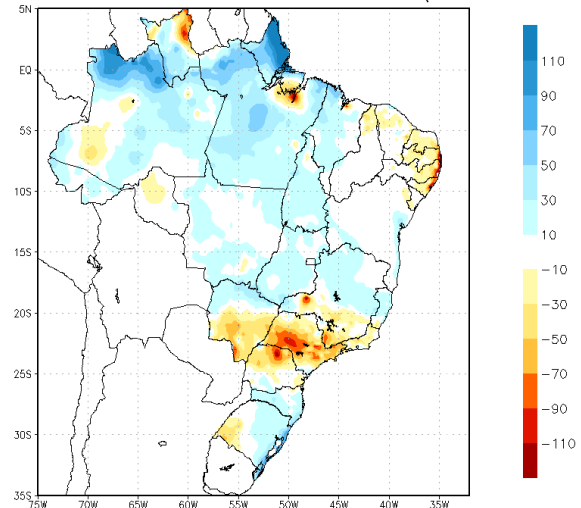
## 5.4 Verificação da previsão por conjuntos do Eta/CPTEC/INPE

A verificação da previsão emitida em 26 de maio de 2016 (00 UTC) mostra que o modelo subestimou a chuva prevista para a região Nordeste. Este tipo de desvio vem sendo recorrentemente observado.

Precipitacao acumulada em 10 dias (mm) : Brasil  
 Previsao a partir de 20160526 00 UTC (media 14 membros)



Precipitacao acumulada em 10 dias (mm) : Brasil  
 Previsao-Observacao de 2016052600 a 2016060500 (media 7 membros)



**Figura 13** – Esq.: Previsão de precipitação acumulada (mm) em 10 dias emitida pelo modelo numérico Eta/CPTEC/INPE em 26 de maio de 2016. Dir.: Diferença entre a previsão por conjuntos de precipitação acumulada (mm) em 10 dias emitida pelo modelo numérico Eta/CPTEC/INPE em 26 de maio 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.