

MARÇO DE 2021

Ano 05 | Número 34

BOLETIM

MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Diretor do Cemaden

Oswaldo Luiz Leal de Moraes

Coordenador Geral de Pesquisa e Desenvolvimento

José A. Marengo

Revisão Científica

Adriana Cuartas

Ana Paula Cunha

Pesquisadores

Aliana Maciel

Christopher Cunningham

Daniela França

Elisângela Broedel

João Garcia

José Maria Costa

Lidiane Costa

Marcelo Zeri

Regina Alvalá

Valesca Fernandes



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**



SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de março, se comparado ao do mês de fevereiro, aponta a intensificação da seca em grande parte da porção central do país e na zona da mata dos estados da Bahia e Sergipe.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 703 municípios da Região Nordeste apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de março, sendo a maior parte destes localizados nos estados da Bahia e Pernambuco. As regiões Sul e Sudeste tiveram, por sua vez, 332 e 302 municípios com mais de 40% de suas áreas de uso impactadas. Nas regiões Centro-Oeste Norte estes números foram de 118 e 20 municípios, respectivamente.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, na Região Sul destacam-se a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu, com vazão de 68% da média histórica, bem como a UHE de Passo Real, com vazão de 51% do esperado no mês. A UHE de Segredo, ainda no Sul, que no início da estação chuvosa de 2020 registrou valores de vazão inferiores aos mínimos absolutos, apresentou uma melhora significativa a partir de dezembro e no mês de março de 2021, a vazão foi cerca de 70% da média histórica. Na Região Centro-Oeste, as vazões afluentes ao reservatório da UHE de Serra da Mesa foram 96% da média histórica, e o nível de armazenamento atingiu 33% no final de março. Na Região Sudeste, destaque para o reservatório da UHE de Furnas que registrou no mês de março cerca de 68% da vazão histórica e armazenamento de 39% do volume útil. Adicionalmente, no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico da Região Metropolitana de São Paulo, a vazão afluente foi 57% da média histórica, e armazenamento em torno de 53% do volume útil, situação pior quando comparado ao mesmo período do ano de 2020 (59%). Ainda no Sudeste do país, o reservatório da UHE de Três Marias apresenta uma situação menos crítica, com volume de 72% do volume útil, e vazão afluente média de 60% da média histórica para o mês de março.

O atual episódio de La Niña está praticamente extinto. Segundo a previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute*, ambos dos EUA, há 80% de chance de que o trimestre Abril-Maio-Junho (AMJ/2021) apresente características normais em termos do fenômeno ENOS. As previsões sazonais multi-modelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em março/2021) concordam em prever, durante AMJ/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul e no MS e SP. Vale destacar que estas previsões também indicam condições desfavoráveis para chuva na região da Zona da Mata, a qual inicia seu período chuvoso durante AMJ e na qual o IIS indica condições de seca. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, um cenário desfavorável para chuva até o início de maio na Região Sul. Nas próximas duas semanas, há previsão de que chuvas associadas à Oscilação de Madden-Julian possam afetar positivamente o padrão de chuvas no Brasil, na Amazônia e norte da Região Nordeste.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O IIS é calculado a partir da combinação do SPI (escalas de três e seis meses), com o Índice de Saúde da Vegetação (VHI) e com dados de umidade do solo. Estes dois últimos estimados por satélite. De modo geral, as condições de seca nas categorias de moderada à severa, predominam entre os estados do Mato Grosso do Sul, Goiás e São Paulo, e, na zona da mata dos estados da Bahia e Sergipe (Figura 1). Em relação à duração da seca (contabilizado pelo SPI), esta é superior a três meses, principalmente na porção sul da Região Centro-Oeste, parte do estado de São Paulo e em algumas regiões do estado da Bahia e Sergipe. Nestas regiões, observou-se chuva abaixo do total esperado para o mês de março, sendo que há municípios que apresentam chuva abaixo de 1mm a mais de 20 dias.

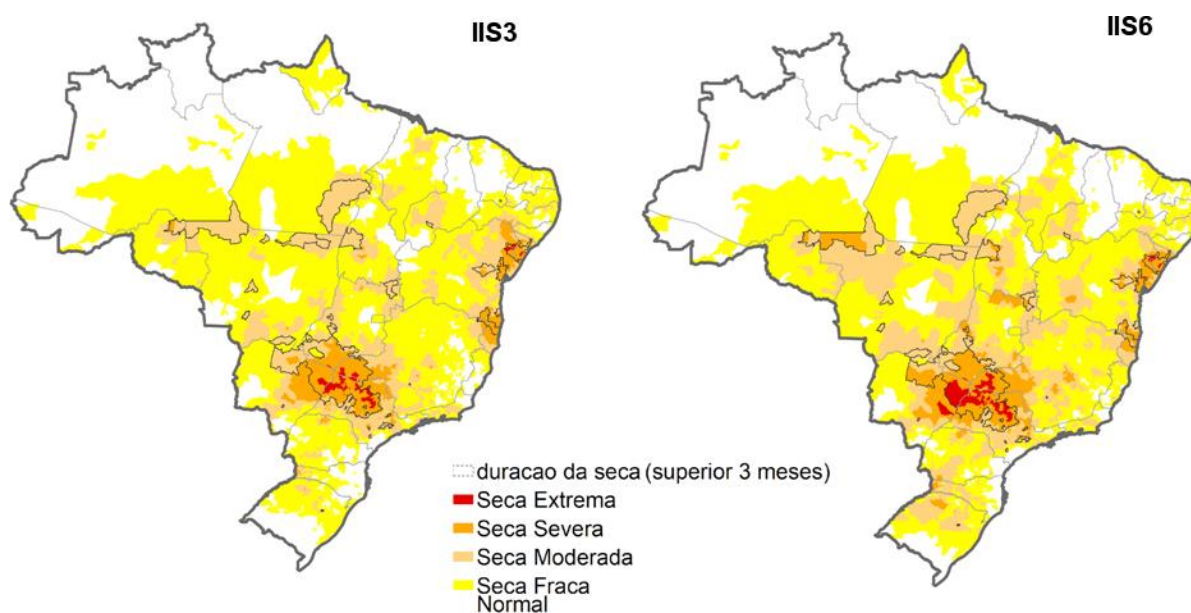


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de março de 2021 nas escalas: a) 3 meses (IIS-3) e b) 6 meses (IIS-6).

CONDIÇÕES DA UMIDADE DO SOLO – BRASIL: MARÇO/2021

Perdas na produtividade agrícola podem ocorrer devido a períodos prolongados de seca e valores baixos de água disponível no solo, especificamente valores abaixo de 40%. O mapa mostra classes de seca baseadas na fração de água no solo em relação à média histórica. Os dados são derivados do satélite Grace (NASA), que estima a quantidade de água em uma camada de 1 m de solo a partir de perturbações na gravidade causadas pela presença da umidade. Esse produto tem resolução espacial de aproximadamente 50 km, gerados 4 vezes por mês. Os resultados mostrados aqui representam a média dos resultados divulgados para março.

As classes de seca baseadas na umidade do solo para o mês de março de 2021 são mostradas na Figura 2. Os estados mais afetados com seca excepcional são Pará, Mato Grosso, Tocantins. Adicionalmente, partes de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Goiás, Sergipe e Bahia também apresentaram baixos níveis de água no solo e seca excepcional.

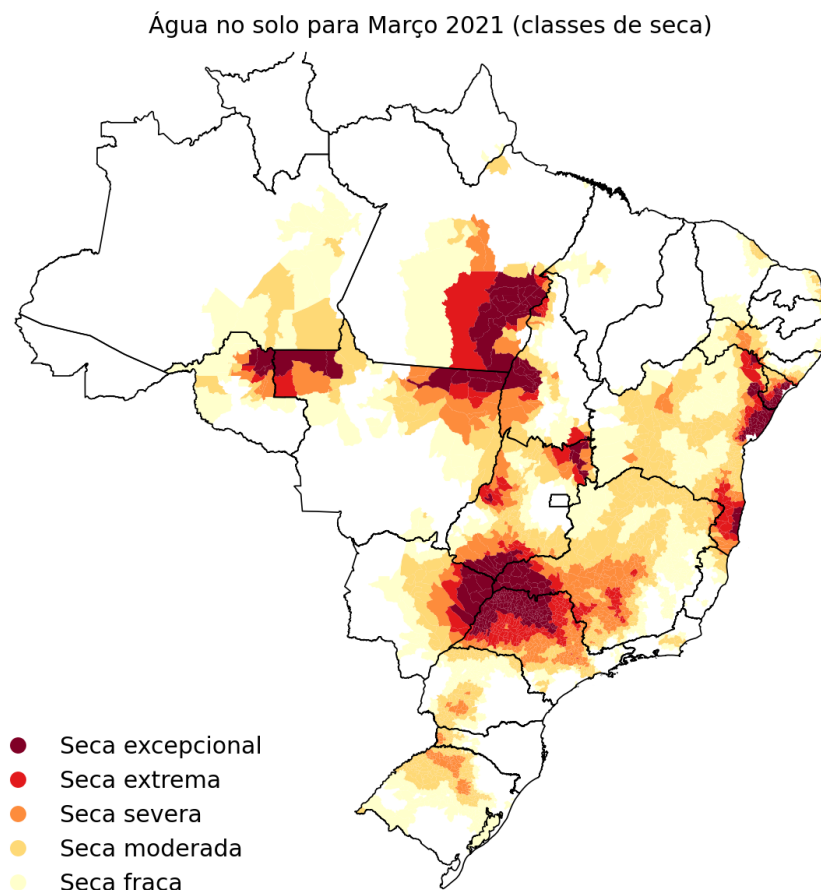


Figura 2 - Classes de seca baseadas na água no solo para o mês de março de 2021.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: VEGETAÇÃO E AGRICULTURA

Estimativa das Áreas com Condição de Estresse Hídrico

A avaliação de impactos do déficit hídrico na vegetação é realizada por meio do Índice de Saúde da Vegetação (VHI). A condição de estresse hídrico acontece quando a água armazenada no solo é insuficiente para sustentar o crescimento vegetal. Em termos gerais houve um aumento das áreas com condição de estresse hídrico para todas as regiões. As regiões com os maiores percentuais de área vegetada com estresse hídrico são: Centro-Oeste 21,4% (344 mil km²), Nordeste 21,3% (331 mil km²) e Sudeste 20,3% (187 mil km²). A Região Sul por sua vez apresentou 19,5% da área vegetada impactada, correspondente a uma área de 112 mil km². Por fim, a Região Norte foi a que apresentou um menor percentual da área vegetada com condição de estresse hídrico, 8,3%, o equivalente a 318 mil km².

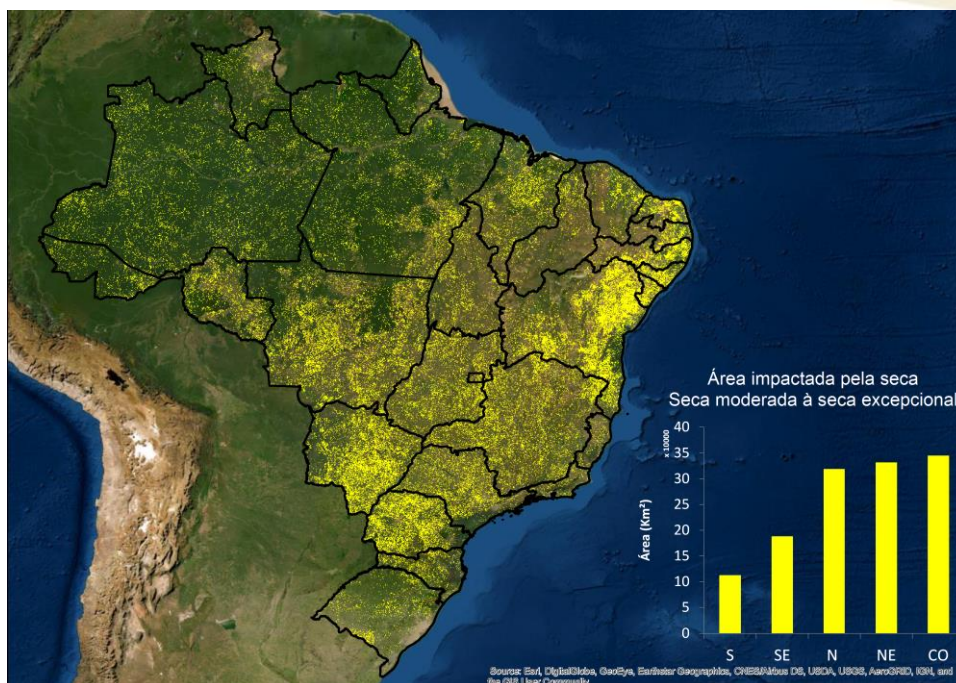


Figura 3 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para março e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO NORDESTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

De modo geral, o Índice Integrado de Seca referente ao mês de março, indica condição de seca moderada a severa em municípios do estado de Sergipe e no nordeste e sudeste da Bahia (Figura 4). Para o mês de março, 454 municípios da Região Nordeste foram classificados com seca moderada a extrema. Em relação ao mês de fevereiro, houve intensificação das condições de seca em grande parte da região.

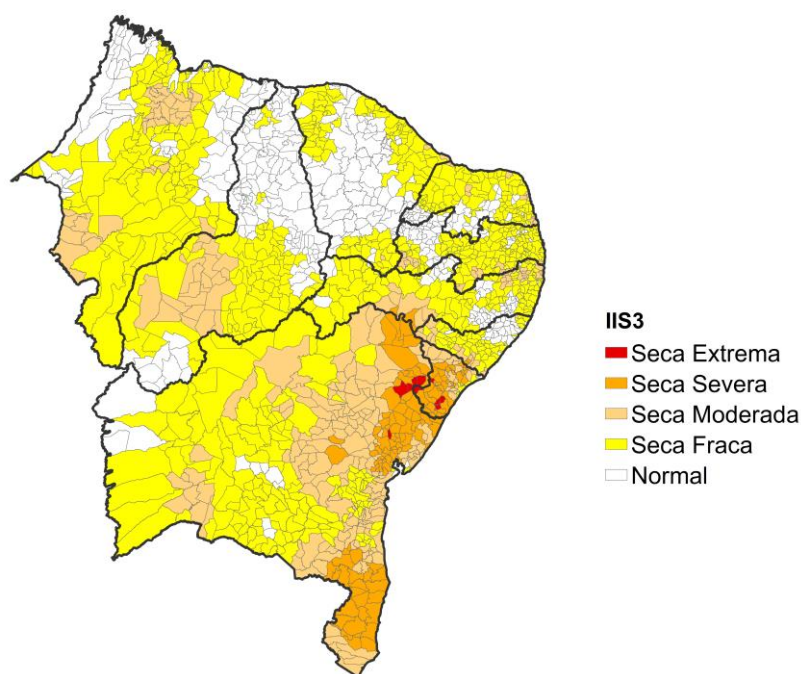


Figura 4 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) referente ao mês de março de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de março em comparação com o mês de fevereiro:

Seca Fraca: Redução de **1006** para **856** municípios.

Seca Moderada: Aumento de **170** para **309** municípios.

Seca Severa: Aumento de **2** para **134** municípios.

Seca Extrema: **11** municípios.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), de acordo com o índice VHI, 703 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de março (Figura 5), 58 municípios a mais comparado ao mês de fevereiro. Os estados da Bahia (246) e Pernambuco (109) foram os que tiveram um maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas, sendo respectivamente 54 e 28 municípios com áreas afetadas acima de 80%. O estado do Alagoas, Ceará, Maranhão, Paraíba, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, tiveram respectivamente, 70, 20, 40, 72, 17, 70 e 59 municípios com área agroprodutiva afetada acima de 40%. Ressalta-se que destes apenas os estados do Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte e Sergipe tiveram municípios com áreas afetadas acima de 80%.

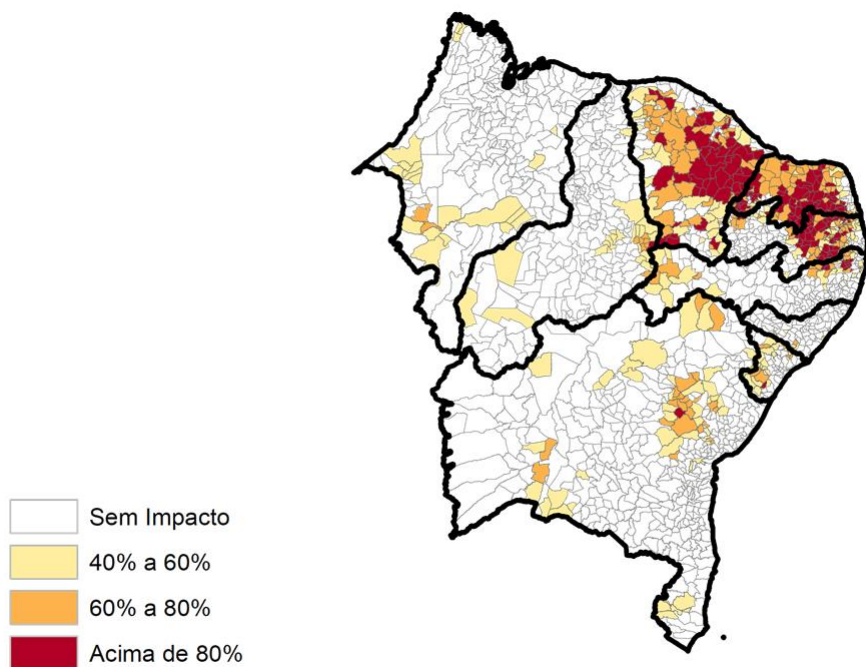


Figura 5 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente ao mês de março de 2021 para a Região Nordeste.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO NORTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

O IIS-3 para o mês de março mostra que as condições de seca fraca a moderada se mantêm, principalmente, no estado de Tocantins (Figura 6). No total, para a Região Norte foram contabilizados 74 municípios categorizados com seca moderada a severa.

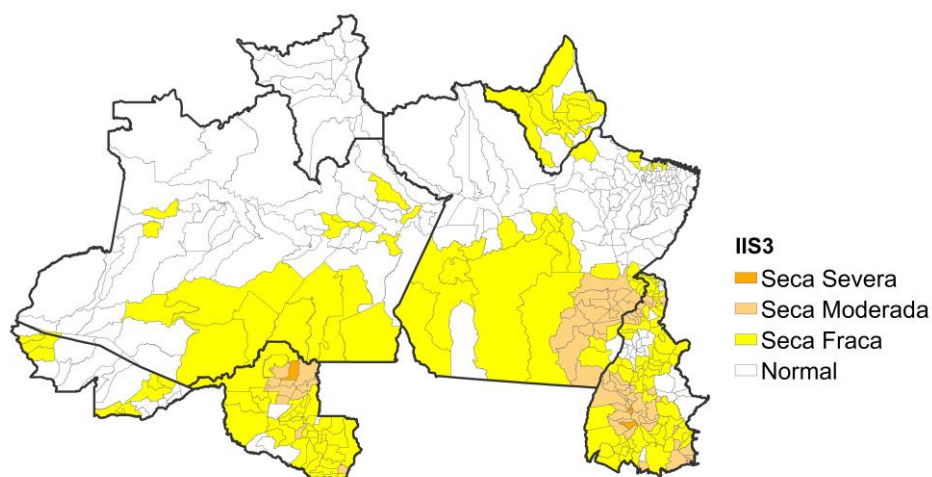


Figura 6 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Norte referente ao mês de março de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de março em comparação com o mês de fevereiro:

Seca Fraca: 114 municípios.

Seca Moderada: Aumento de 29 para 70 municípios.

Seca Severa: 4 municípios.

Seca Extrema: 0 município.

Seca Excepcional: 0 município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 16 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de março (Figura 7), uma redução de mais de 50% em relação ao mês anterior. Os estados com as áreas agroprodutivas afetadas foram: Acre (4 municípios); Pará (5 municípios); Rondônia (9 municípios); e Tocantins (2 municípios), todos entre 40% a 60% das áreas agroprodutivas afetadas.

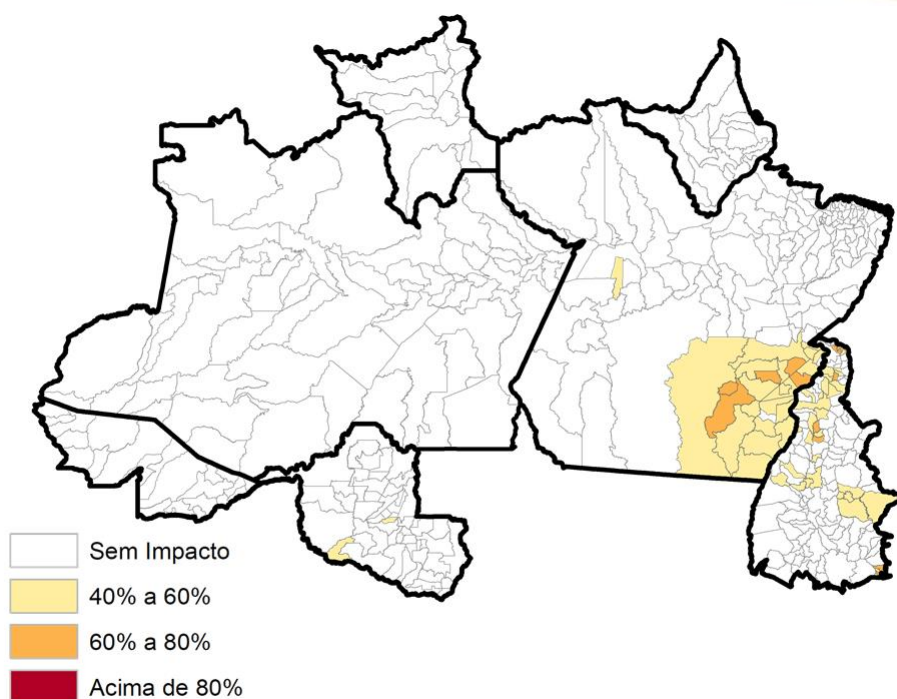


Figura 7 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente ao mês de março de 2021 da Região Norte.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

De acordo com o IIS-3 para o mês de março, 178 dos municípios da Região Centro-Oeste apresentaram condição de seca com categorias variando entre moderada à extrema (Figura 8). No Bioma Pantanal, permanecem condições de seca moderada, sendo mais crítica na porção norte, onde verificou-se a desintensificação em relação ao mês anterior (fevereiro).

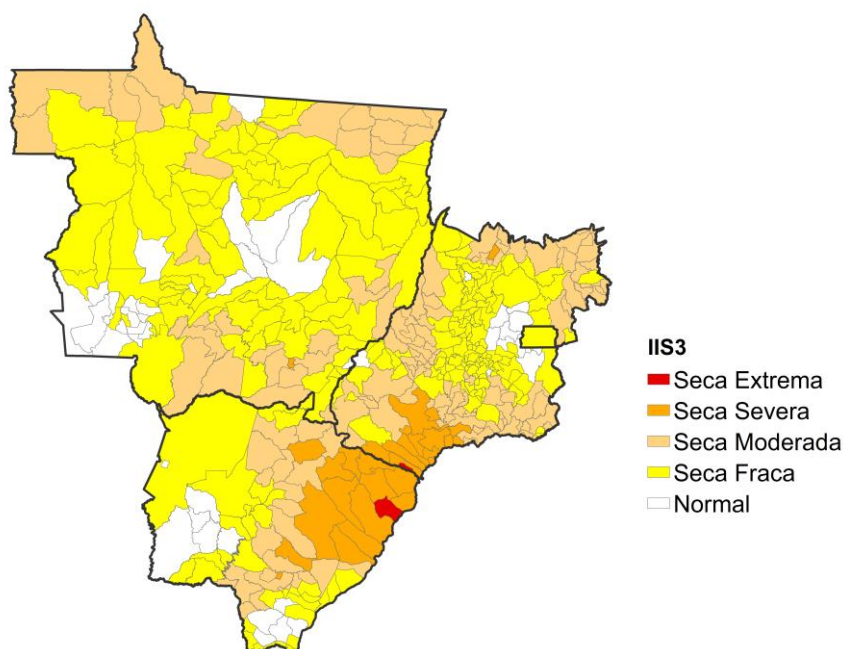


Figura 8 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Centro-Oeste referente ao mês de março de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de março em comparação com o mês de fevereiro:

Seca Fraca: Aumento de **157** para **242** municípios.

Seca Moderada: Redução de **219** para **145** municípios.

Seca Severa: Redução de **88** para **31** municípios.

Seca Extrema: **2** municípios.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 118 municípios apresentaram pelo menos 40% da área agroprodutiva afetada no mês de março, um aumento em relação ao mês anterior (80). O estado mais afetado foi o Mato Grosso do Sul, com 43 municípios com 40% a 60% da sua área agroprodutiva afetada pela seca e 16 de 60% a 80% da área afetada. O estado do Mato Grosso e do Goiás, por sua vez, tiveram respectivamente 25 e 34 municípios com mais de 40% de área agroprodutiva afetada. Ressalta-se que o DF não apresentou área superior a 40% afetada pela seca e que nenhum dos estados tiveram municípios com mais de 80% das suas áreas agroprodutivas afetadas (Figura 9).

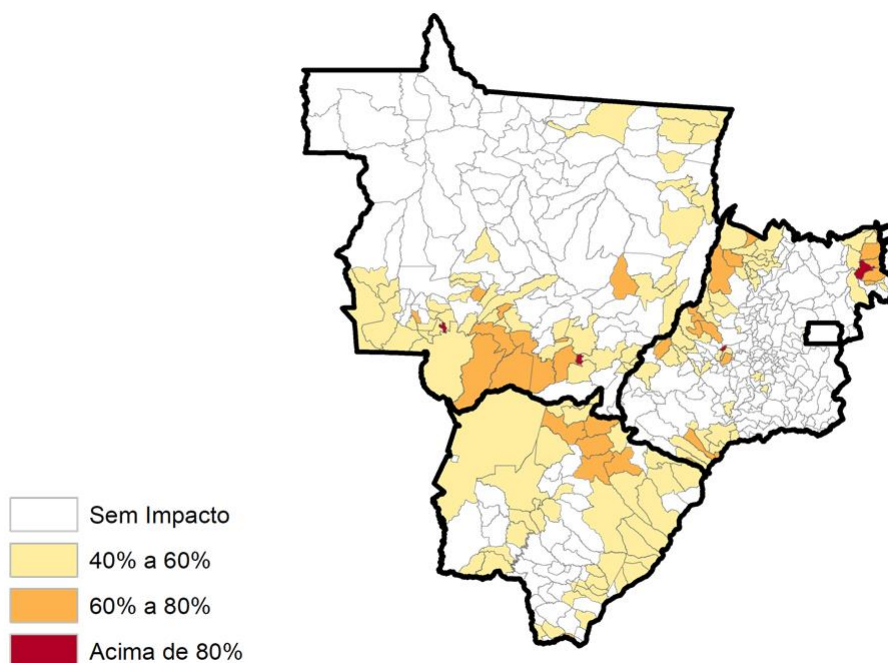


Figura 9 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente ao mês de março de 2021 da Região Centro-Oeste.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO SUDESTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

Em relação ao mês de fevereiro, o IIS-3 para o mês de março (Figura 10) mostra intensificação das condições de seca nos estados de Minas e Gerais e São Paulo. O estado de São Paulo aponta municípios categorizados com condições de seca moderada a extrema. No total, 816 dos municípios da Região Sudeste apresentaram condição de seca moderada à extrema.

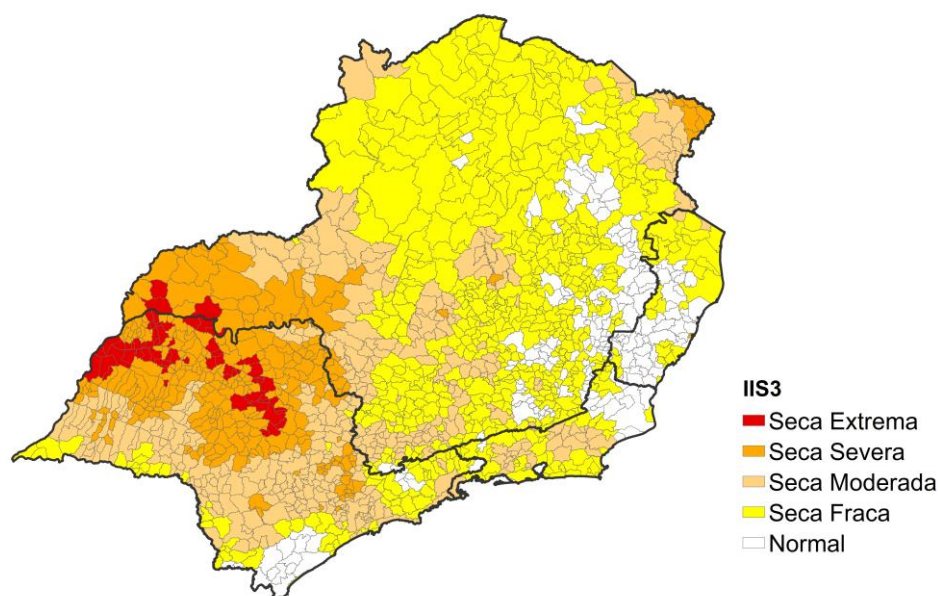


Figura 10 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Sudeste referente ao mês de março de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de março em comparação com o mês de fevereiro:

Seca Fraca: Aumento de **415** para **645** municípios.

Seca Moderada: Aumento de **320** para **452** municípios.

Seca Severa: Aumento de **87** para **296** municípios.

Seca Extrema: Aumento de **7** para **68** municípios.

Seca Excepcional: **0** municípios.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 302 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de março (Figura 11), um aumento em relação ao mês anterior (296). O estado com mais municípios afetados foi Minas Gerais (161), sendo 124 municípios entre 40% a 60%, 32 municípios entre 60% a 80% e 5 municípios acima de 80% da área agroprodutiva afetada. São Paulo, por sua vez, apresentou 4 municípios acima de 80% da área agroprodutiva afetada e 122 entre 40% a 80%. Os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo apresentaram, respectivamente, 11 e 4 municípios com mais de 40% de suas áreas impactadas pela seca.

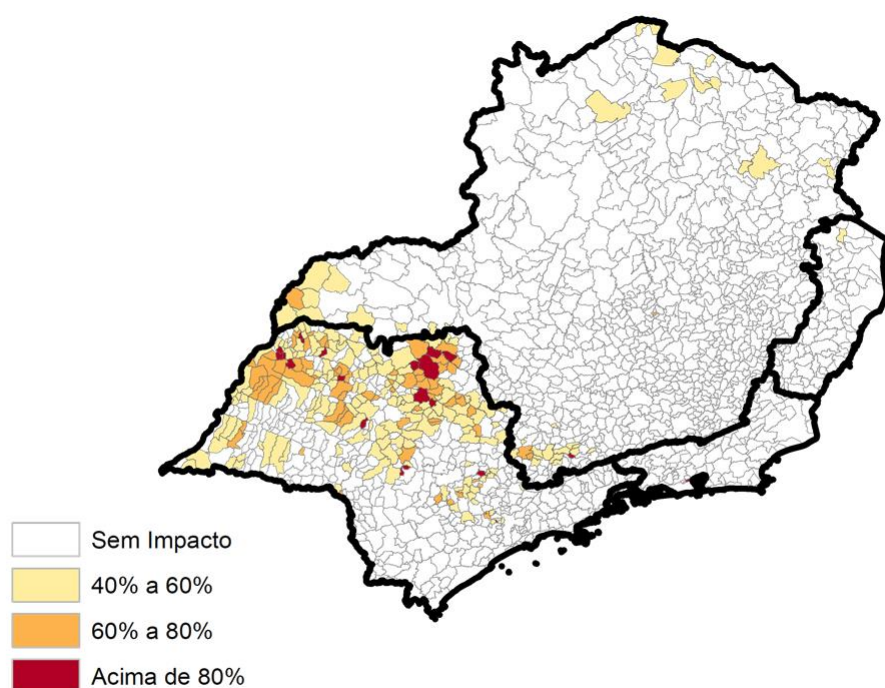


Figura 11 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente ao mês de março de 2021 para a Região Sudeste.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO SUL

Índice Integrado de Seca (IIS)

Em relação ao mês de março, houve uma intensificação nas condições de seca em grande parte da região, embora a intensidade predominante ainda seja de seca fraca (Figura 12). No mês março, 159 municípios da Região Sul encontram-se em condição de seca moderada à severa.

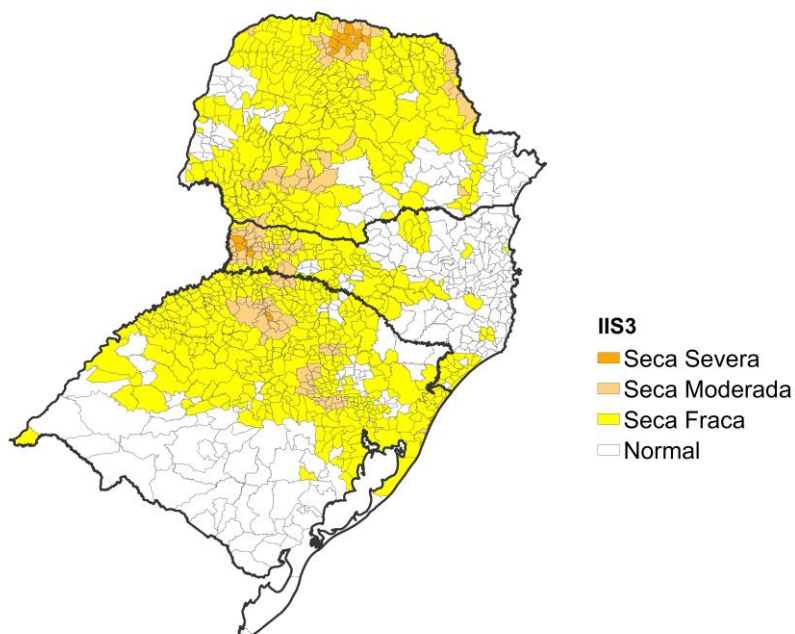


Figura 12 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Sul referente ao mês de março de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de março em comparação com o mês de fevereiro:

Seca Fraca: Aumento de **185** para **721** municípios.

Seca Moderada: Aumento de **1** para **139** municípios.

Seca Severa: Redução de **7** para **0** município.

Seca Extrema: **0** município.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 332 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de março (Figura 13), um aumento de mais de 50% em relação ao mês de fevereiro (114). O Paraná foi o estado com maior número de municípios com mais de 40% das áreas agroprodutivas afetadas, 266 municípios ao todo, sendo 146 municípios entre 40% a 60%, 104 municípios entre 60% a 80% e 16 municípios acima de 80%. O estado de Santa Catarina foi o segundo, com um total de 45 municípios com mais de 40% das áreas agroprodutivas afetadas, sendo 3 municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 80%. O Rio Grande do Sul, por sua vez, teve 21 municípios com área agroprodutiva impactada acima de 40%.

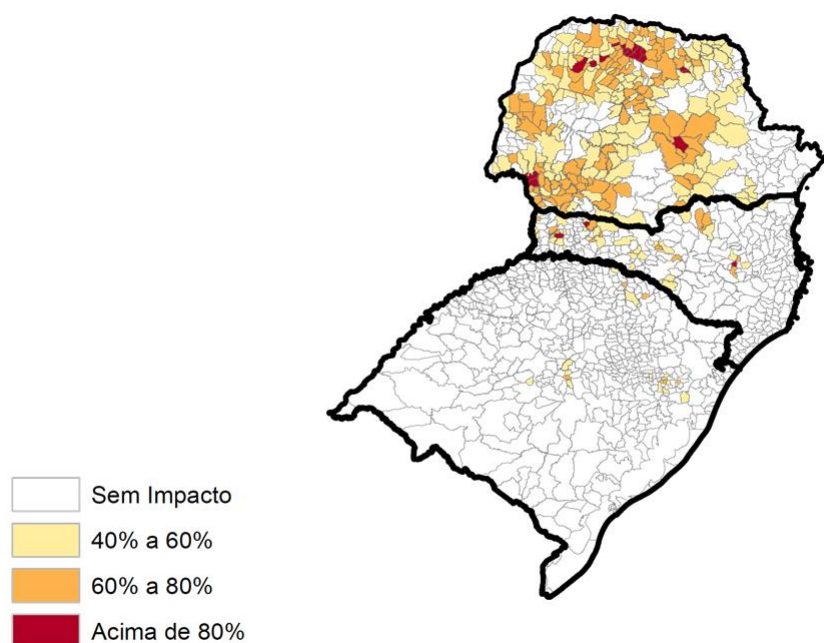


Figura 13 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente ao mês de março de 2021.

REGISTRO DE IMPACTOS

Nos estados de São Paulo e Minas Gerais, a safra 2020/21 de laranja foi prejudicada pela seca. A produção de laranja estimada foi cerca de 7% menor do que o esperado, inicialmente, e 31% menor em relação à safra anterior (2019/20), correspondendo à maior quebra de safra registrada desde o início da série histórica (final da década de 1980), segundo o Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus). As condições de seca na safra atual, no cinturão citrícola de SP e MG, provocaram perdas no tamanho dos frutos, que ficaram cerca de 6,5% menores do que a média das últimas cinco safras, e na quantidade de frutos, visto que nesta safra foi registrada a maior taxa de queda de frutos, mediante a perda de mais de 1 milhão de árvores, conforme reportado pelo órgão.

RISCO DE SECA NA AGRICULTURA FAMILIAR

O mapa de risco de seca para a agricultura familiar é elaborado mensalmente a partir das variáveis físicas de ameaça de seca, tais como o déficit de precipitação, umidade do solo e índice de vigor vegetativo, combinadas com informações sobre as vulnerabilidade e capacidades locais da agricultura familiar. O mapa o risco é elaborado com foco na agricultura não irrigada, e considerando neste primeiro momento, o cultivo de feijão de acordo com o calendário agrícola disponibilizado pela CONAB. O Boletim do Risco de Seca

na Agricultura Familiar aponta o risco mensal durante o ciclo do feijão, considerando os municípios que estão no seu primeiro mês de plantio, no período crítico (segundo mês) e os que finalizaram a safra (terceiro mês). Nesta edição o destaque da avaliação do risco é para o plantio iniciado no mês de março, nessas condições, 20 municípios apresentaram risco alto e 546 com risco moderado.

Para mais detalhes, consulte o relatório na íntegra: <http://www.cemaden.gov.br/risco-de-seca-na-agricultura-familiar-Março2021/>.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: RECURSOS HÍDRICOS

Monitoramento da Seca Hidrológica – Reservatórios para abastecimento público de água e para geração de energia hidrelétrica (UHE)

O IIS-6 para as áreas das bacias afluentes aos reservatórios das UHE de Serra da Mesa (Centro-Oeste), Três Marias, Furnas e para o Sistema Cantareira (Sudeste) bem como para as bacias no Sul do país (incluindo as UHE de Segredo, Barra Grande, Passo Real e Itaipu), pode ser observado na Figura 14 e caracteriza uma situação de seca variando entre fraca a extrema nas bacias localizadas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Na Região Sul, nota-se predomínio de seca fraca nas bacias de drenagem dos reservatórios das UHEs Barra Grande e Segredo.

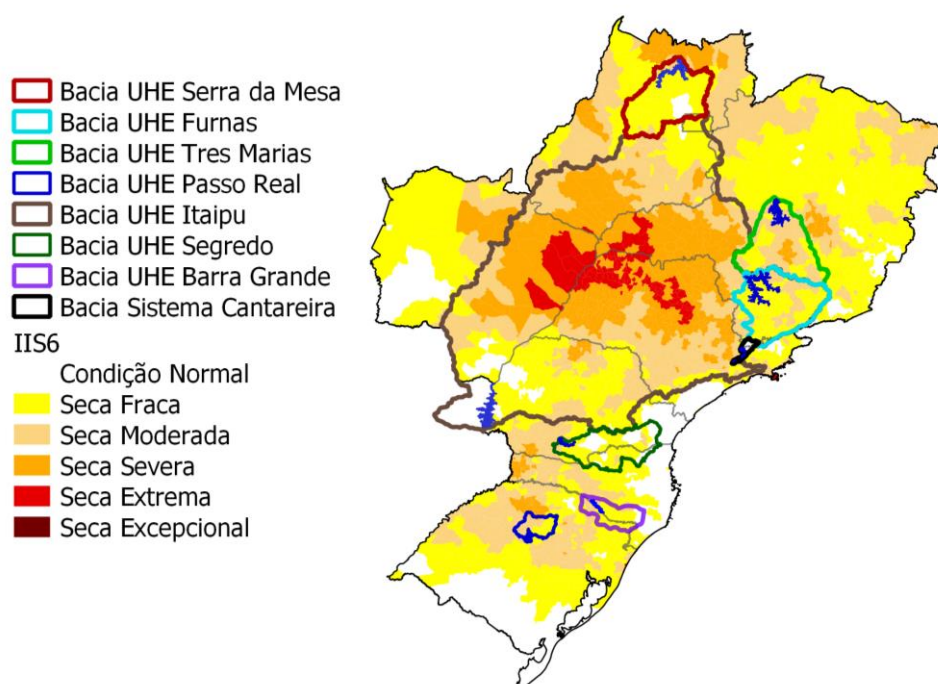


Figura 14 - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de março de 2021.

Em março de 2021, a vazão afluyente no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, foi 57% da média histórica do mês e os reservatórios fecharam o mês com 53% do volume útil (faixa de operação “Atenção”), representando um aumento de aproximadamente 4% em relação ao final do mês anterior. Para o reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural foi 60% da média histórica do mês e o reservatório operou, em 31 de março de 2021, com 72% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”), apresentando uma elevação de 5% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural do reservatório da UHE Furnas representou 63% da média histórica do mês, e o armazenamento no reservatório atingiu 39% do volume útil, valor 5% superior ao registrado no final de fevereiro.

No reservatório da UHE Serra da Mesa a vazão natural representou 96% da média histórica do mês de março. O reservatório operou no final do mês com 33% de seu volume útil, apresentando um aumento de 5% com relação ao final do mês passado.

Para a Região Sul do país, na bacia hidrográfica da UHE Itaipu, localizada no Rio Paraná – Santa Catarina, uma das maiores hidrelétricas do mundo, a vazão foi 68% da média histórica para o mês, percentual semelhante ao mês anterior. Na bacia de drenagem da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizada no Rio Iguaçu, a vazão representou 70% da média do mês de março, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 68%, o que representa um aumento de 6% em relação ao mês anterior.

Na bacia afluyente à UHE Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) a vazão representou 64% da média histórica, caracterizando uma redução significativa em relação ao mês anterior (79% acima da média histórica). O nível de armazenamento do reservatório atingiu 67% no final de março, representando uma queda de 8% em relação ao valor no final de fevereiro. Para a bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão afluyente registrada foi 42% da média histórica, e o armazenamento no reservatório foi 31% do seu volume útil, valor semelhante quando comparado ao mês anterior (33%).

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

Os indicadores oceânicos e atmosféricos retornaram para patamares de neutralidade, mostrando desta forma que a La Niña se extinguiu. Segundo a previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute*, ambos dos EUA, há 80% de chance de que o trimestre Abril-Maio-Junho (AMJ/2021) apresente características normais em termos do fenômeno ENOS. A La Niña é um fator modulador da chuva na Região Sul e no sul do Brasil-Central, no sentido de *umentar a chance para déficit de chuva*. O cenário crítico apresentado pelo IIS com condições de seca moderada à severa, nos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás e São Paulo, muito provavelmente se deve à atuação da La Niña durante a estação chuvosa (últimos 6 meses) nestas regiões.

As previsões sazonais multi-modelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em março/2021) concordam em prever, durante AMJ/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul e no MS e SP. Estes dois últimos estados estão saindo da estação chuvosa e entrando na estação climatológica de estiagem, que se prolonga até outubro. Mas não é o caso nos estados da região sul, onde o trimestre AMJ costuma apresentar bons índices pluviométricos. As previsões subsazonais (até 4a semana) indicam, um cenário desfavorável para chuva até o início de maio na Região Sul. Nas próximas duas semanas, há previsão de que chuvas associadas à Oscilação de Madden-Julian possam afetar positivamente o padrão de chuvas no Brasil, na Amazônia e norte da Região Nordeste.

NOTAS EXPLICATIVAS

Índice Integrado de Seca (IIS)

Índice Integrado de Seca (IIS) consiste na combinação do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) com o Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI) ou com o Índice de Saúde da Vegetação (VHI), ambos estimados por sensoriamento remoto. O SPI é um índice amplamente utilizado para detectar a seca meteorológica em diversas escalas e pode ser interpretado como o número de desvios padrões nos quais a observação se afasta da média climatológica. O índice negativo representa condições de déficit hídrico, nas quais a precipitação é inferior à média climatológica. O índice positivo representa condições de excesso hídrico, que indicam precipitação superior à média histórica. Para integrar o IIS, o SPI é calculado a partir de dados observacionais de precipitação disponíveis no CEMADEN, no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centros Estaduais de Meteorologia. O SPI é calculado com base na formulação proposta por Mckee et al. (1993) e considerando as escalas de 3, 6 e 12 meses, obtendo como produto final SPI na resolução espacial de 5km. O IIS possui as seguintes classes: condição normal (6), seca fraca (5), seca moderada (4), seca severa (3), seca extrema (2) e seca excepcional (1).

Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI ou ISACV)

O VSWI é calculado a partir do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI, sigla em inglês) e da temperatura da superfície, ambos do sensor MODIS a bordo dos satélites Terra e Aqua, disponibilizadas pelo *Earth Observing System* (EOS/NASA), com resolução espacial de 250m e 1km. Durante período de seca, o suprimento de água no solo não atende à demanda de água para o crescimento da vegetação. Consequentemente, ocorre o fechamento dos estômatos para a redução da perda de água do dossel pela evapotranspiração, levando ao aumento da temperatura. Assim, as características de adaptação fisiológicas da vegetação se alteram em função da umidade do solo e podem ser detectadas por meio de sensores em forma de características espectrais da copa da vegetação. O VSWI indica condição de seca quando o valor do NDVI é baixo (baixa atividade fotossintética) e a temperatura da vegetação é alta (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.

Índice de Saúde da Vegetação (VHI, sigla em inglês)

O índice VHI (*Vegetation Health Index*), da NOAA/NESDIS, é um índice de condição da vegetação, calculado a partir de dados de NDVI e temperatura de brilho, devidamente calibrados e filtrados, resultando da composição de dois subíndices, o VCI (*Vegetation Condition Index*) e o TCI (*Temperature Condition Index*). O NDVI e a temperatura de brilho apresentam dois sinais ambientais distintos, o de resposta lenta do estado da vegetação (clima, solo, tipo de vegetação) e o de resposta mais rápida relacionado com a alteração das condições atmosféricas (precipitação, temperatura, vento, humidade). O índice VHI foi utilizado em vários países na detecção e avaliação do stress de vegetação devido a situações de seca (condições de humidade do solo, temperatura e a sua combinação das duas). Este índice permite identificar o início/fim, área afetada, intensidade e duração da seca e sua relação com os eventuais impactos.

Água disponível no solo com o índice SMI

A água disponível no solo é calculada utilizando-se da metodologia do Índice de Umidade do Solo (SMI, na sigla em inglês). Esse índice é calculado subtraindo-se o valor do ponto de murcha permanente (PMP) da umidade do solo volumétrica e dividindo-se esse valor pela diferença entre a capacidade de campo e o PMP. Os valores de SMI mostrados aqui são calculados com a umidade do solo medida a 20 cm de profundidade. Essa normalização da umidade do solo resulta na fração da água disponível para extração por raízes, porém abaixo da saturação. Valores de SMI abaixo de 0,4, ou 40% da água disponível, são reconhecidos como condições de início do estresse hídrico, com possíveis danos ao desenvolvimento vegetativo e perda de produtividade.

Índice de Padronizado de Vazão (SSFI, sigla em inglês)

O SSFI, estimado segundo a formulação de Modarres (2007) é um índice, similar ao SPI, utilizado para detectar a seca hidrológica em diversas escalas e pode ser interpretado como o número de desvios padrões nos quais a observação se afasta da média climatológica. O índice negativo representa condições de déficit hídrico, nas quais a vazão é inferior à média climatológica. O índice positivo representa condições de excesso hídrico, que indicam vazão superior à média histórica.