

**JUNHO DE 2021**

Ano 05 | Número 37

## **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

Marcelo Zeri

### **Pesquisadores**

Aliana Maciel

Ana Paula Cunha

Christopher Cunningham

Daniela França

Elisângela Broedel

Fabiana Bartolomei

João Garcia

José Maria Costa

Karinne Deusdará-Leal

Lidiane Costa

Regina Alvalá



MINISTÉRIO DA  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES**



## SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de junho, quando comparado ao do mês de maio, aponta o enfraquecimento das condições de seca em grande parte do Brasil, além da sua intensificação principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país.

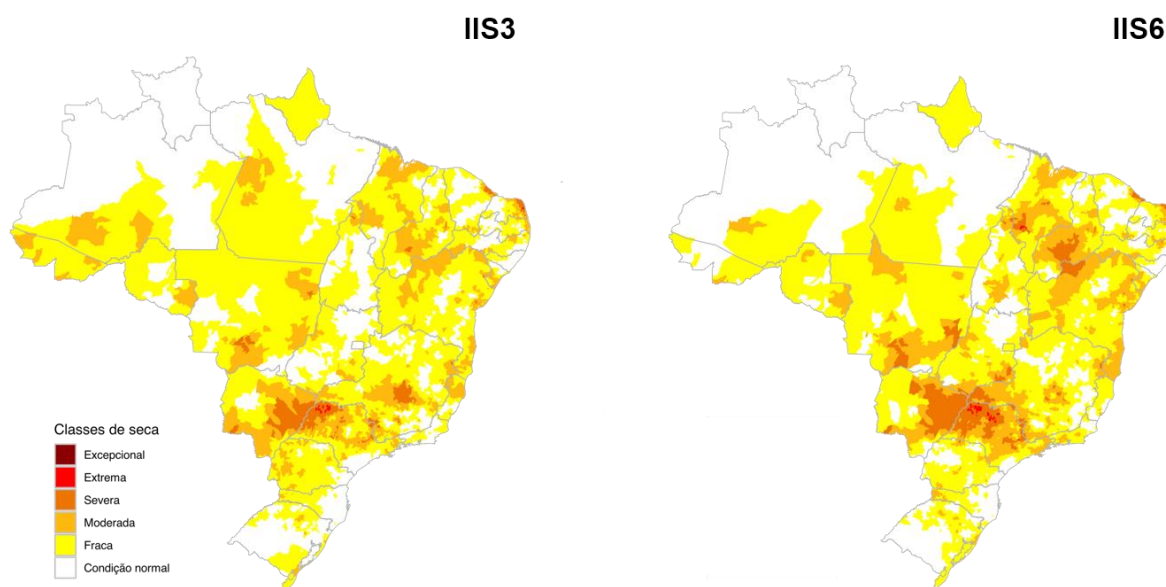
De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 1.175 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de junho. Os estados de Minas Gerais e São Paulo foram os que tiveram o maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%. Enquanto o Rio Grande do Norte se destacou como o estado que teve o maior número de municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, na Região Sul destacam-se a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu, com vazão de 51% da média histórica, menor valor já registrado no período 1993-2020 para o mês de junho. A UHE Segredo, que no início da estação chuvosa de 2020 registrou valores de vazão inferiores aos mínimos absolutos, apresentou uma melhora significativa em dezembro, contudo, a partir de março de 2021 vem registrando valores abaixo da média histórica, e no mês de junho a vazão foi cerca de 29% da média. Destaca-se também a UHE Passo Real, ainda na Região Sul, com vazão 7% acima da média histórica do mês. Na Região Centro-Oeste, as vazões naturais da UHE Serra da Mesa foram 78% da média, e o nível de armazenamento do reservatório foi 35% no final de junho. Na Região Sudeste, destaque para a UHE Furnas que registrou no mês de junho cerca de 53% da vazão média e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 29% do volume útil. Ainda no Sudeste do país, o reservatório da UHE Três Marias apresenta uma situação menos crítica em termos de volume armazenado no reservatório, com 61% do volume útil. No entanto, a vazão natural ficou em torno de 48% da média do mês de junho. Adicionalmente, no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, a vazão afluenta foi 38% da média, e o armazenamento em torno de 45% do volume útil.

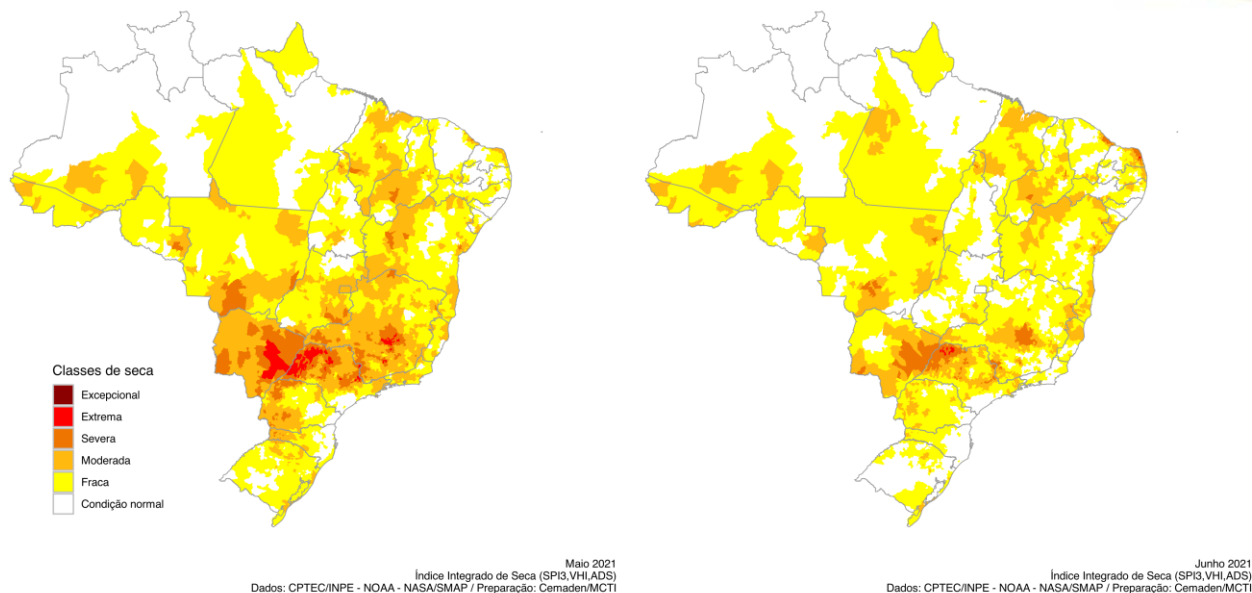
O ciclo da mais recente La Niña terminou, porém, este episódio muito provavelmente teve influência para compor o cenário crítico de seca no Brasil central. Esta situação de neutralidade deve perdurar durante o trimestre julho-agosto-setembro de 2021 (JAS/2021). Ainda que não haja influência da La Niña, vale recordar que os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso se encontram em período climatológico de estiagem, durante o qual não ocorre chuva substancial. Portanto, não há expectativas para alívio da crise hídrica atual nos próximos três meses. As previsões sazonais multi-modelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em junho/2021), e do Centro Europeu (ECMWF), concordam em prever, durante JAS/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. Ressalta-se que para esta região, JAS/2021 é climatologicamente um período chuvoso. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para a Região Sul, um cenário desfavorável para a precipitação até meados de agosto.

## 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 fraca à moderada predominam nos estados das regiões Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do país, com a presença de seca severa em áreas como o interior do Semiárido e o leste do Mato Grosso do Sul, e de seca extrema no noroeste do estado de São Paulo (Figura 1). Em comparação ao mês de maio, observa-se o enfraquecimento das condições de seca principalmente no centro-sul do Brasil e a sua intensificação em partes das regiões Norte e Nordeste (Figura 2).



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

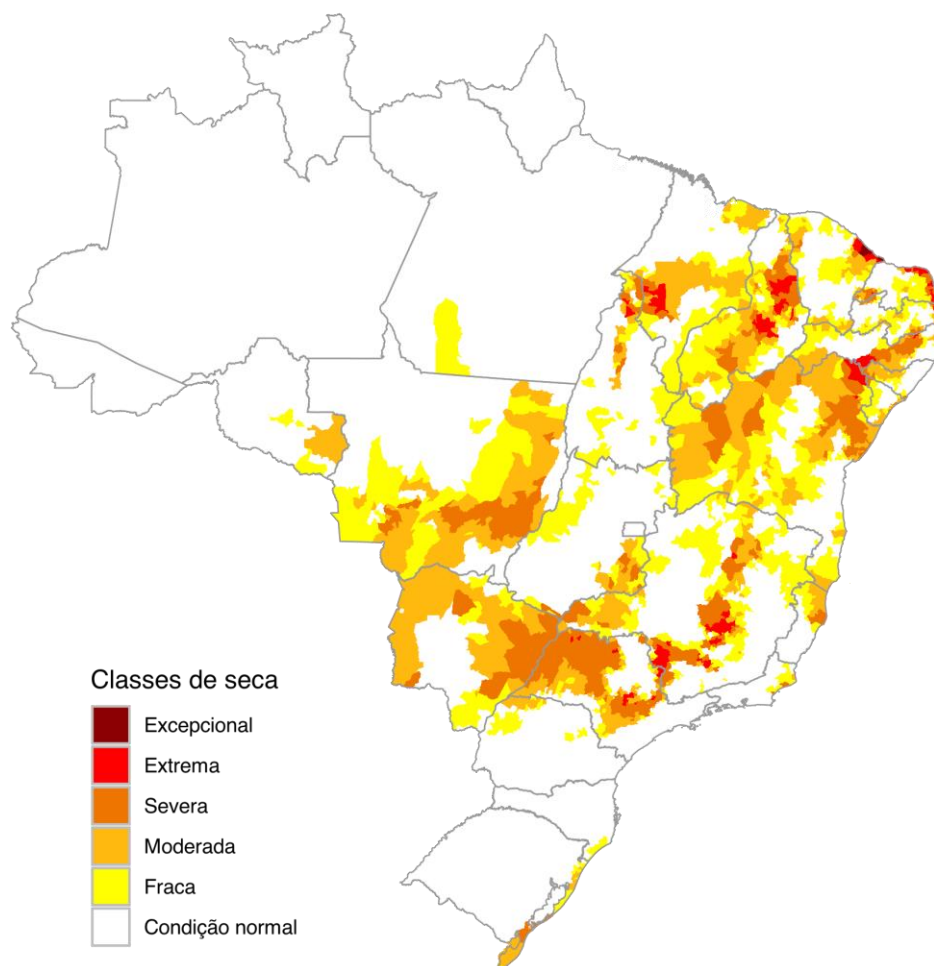


**Figura 2** - Variação observada do Índice Integrado de Seca (IIS) entre os meses de maio (esquerda) e junho (direita) de 2021.

### CONDIÇÕES DA UMIDADE DO SOLO – BRASIL: JUNHO/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 saturação. Os dados são derivados do satélite SMAP (NASA), que estima a quantidade de água em camadas superficiais do solo. Posteriormente, esses dados são incorporados em um modelo hidrológico, resultando em estimativas da umidade do solo em uma camada de 1 m de solo, onde a maior parte das raízes se localizam. Esse produto final é disponibilizado várias vezes ao longo do mês e tem resolução espacial de aproximadamente 25 km. Os resultados mostrados aqui são referentes ao produto disponibilizado no dia 29 de junho.

As classes de seca baseadas na umidade do solo para o mês de junho de 2021 são mostradas na Figura 3. Os estados mais afetados com seca extrema são Minas Gerais, São Paulo, Piauí e Maranhão. Adicionalmente, partes dos estados de São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Bahia também apresentaram baixos níveis de água no solo e seca severa.



Junho 2021  
 Água Disponível no Solo (ADS)  
 Dados: NASA/SMAP / Preparação: Cemaden/MCTI

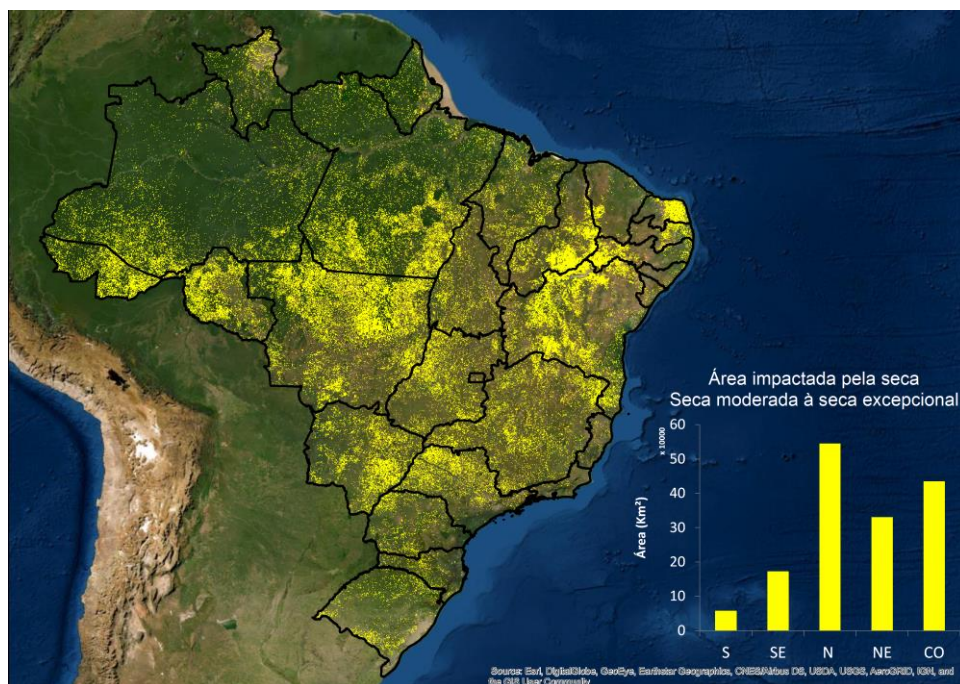
**Figura 3** - Classes de seca baseadas na água no solo para o mês de junho de 2021.

## 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 as regiões Norte e Nordeste (Figura 4). A região com o maior percentual de área vegetada com estresse hídrico é a Centro-Oeste, com 27% (434 mil km<sup>2</sup>), que ainda assim apresentou uma redução em relação ao mês anterior, maio, 35,8% (331 mil km<sup>2</sup>). As regiões Nordeste e Norte apresentaram um aumento das áreas com condição de estresse hídrico, que foram

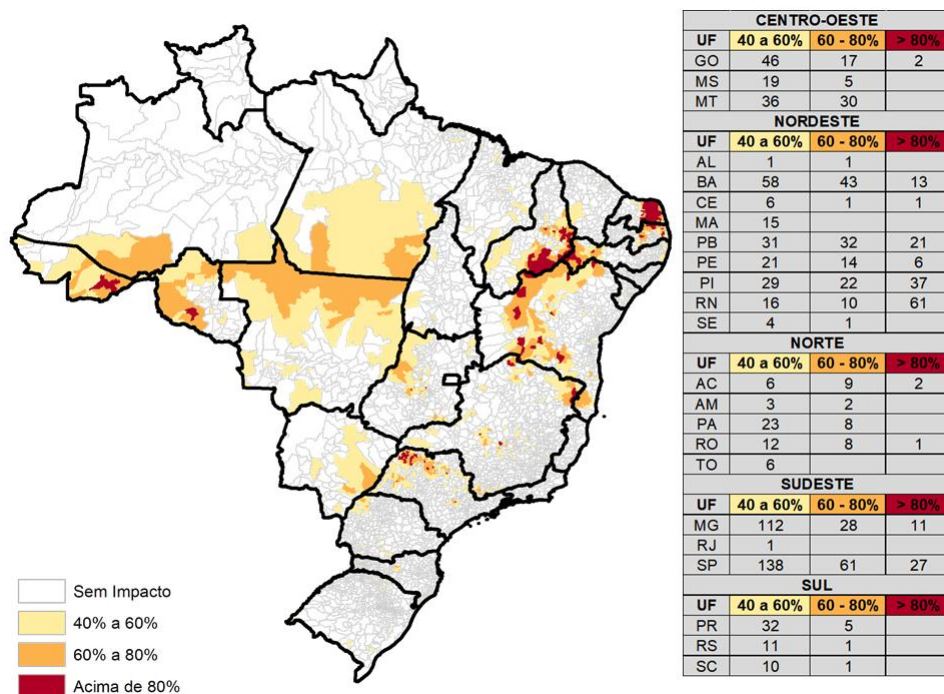
respectivamente de 14,8% (231 mil km<sup>2</sup>) e 8,0% (308 mil km<sup>2</sup>) em maio para 21,2% (330 mil km<sup>2</sup>) e 14,1% (544 mil km<sup>2</sup>) em junho. As regiões Sul e Sudeste, por sua vez, apresentaram uma redução das áreas vegetadas impactadas para o mês de junho, a Região Sul com 10% (57 mil km<sup>2</sup>) e a Sudeste com 18,6% (171 mil km<sup>2</sup>). No mês anterior, maio, as mesmas regiões apresentaram, respectivamente, 41,8% (241 mil km<sup>2</sup>) e 35,8% (331 mil km<sup>2</sup>).



**Figura 4** - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para junho e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).

### Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agroprodutivas), de acordo com o índice VHI, 1.175 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de junho (Figura 5), uma redução de 1.270 municípios em relação ao mês de maio. Os estados de Minas Gerais (151) e São Paulo (226) foram os que tiveram um maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%, com respectivamente 11 e 27 destes municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva. O destaque do mês é o estado o Rio Grande do Norte que teve 61 municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva. Além destes, outros oito estados apresentaram risco com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva: Goiás (2); Bahia (13); Ceará (1); Paraíba (21); Pernambuco (6); Piauí (37); Acre (2); e Roraima (1).



**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 junho de 2021 para o Brasil.

## REGISTROS DE IMPACTOS

No estado do Mato Grosso do Sul, houve prejuízos ao desenvolvimento das lavouras de milho 2ª safra (2020/21), com queda na produtividade e redução da produção estimada em 22% em relação à safra anterior. São esperados, ainda, impactos na exportação e no preço do grão, conforme Aprosoja/MS e Semagro (Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar). Em São Paulo, foram observados prejuízos na atual safra de café, com impactos no tamanho e na qualidade dos grãos, e consequente redução na produção, como no município de Caconde – maior produtor de café do estado, segundo informações do CCCMG (Centro do Comércio de Café do Estado de Minas Gerais). Por fim, no estado do Paraná, foram registradas perdas nas lavouras de feijão, com redução de 46% na produção em relação ao esperado inicialmente, como informado pelo Departamento de Economia Rural (Deral) do Paraná.

## 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 vulnerabilidades e capacidades locais da agricultura familiar. O mapa do risco é elaborado com foco na agricultura não irrigada, e considerando, neste primeiro momento, o cultivo de feijão de

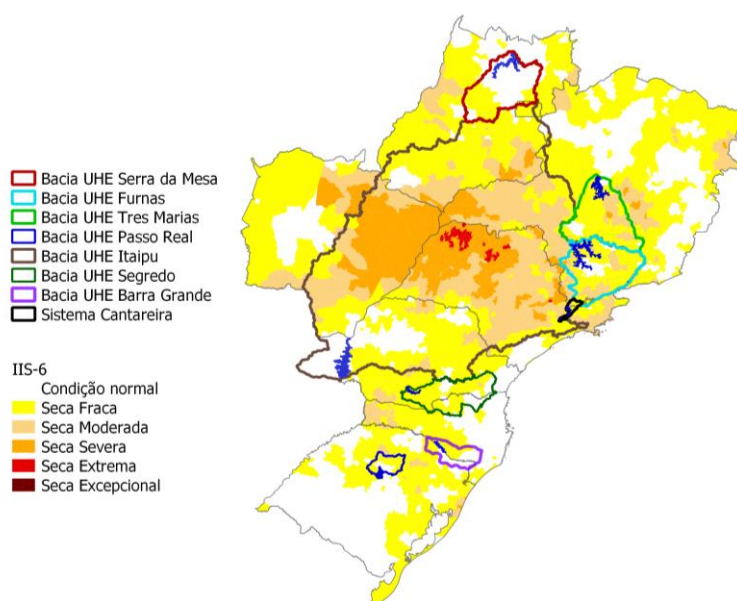
acordo com o calendário agrícola disponibilizado pela CONAB. O Boletim do Risco de Seca na Agricultura Familiar aponta o risco mensal durante o ciclo do feijão, considerando os municípios que estão no seu primeiro mês de plantio, no período crítico (segundo mês) e os que finalizaram a safra (terceiro mês). Nesta edição, o destaque da avaliação do risco é para o plantio iniciado no mês de junho, nessas condições, 19 municípios apresentaram risco muito alto e 269 municípios risco alto.

Para mais detalhes, consulte o relatório na íntegra: <http://www2.cemaden.gov.br/risco-de-seca-na-agricultura-familiar-junho2021/>.

## 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 a área da bacia afluyente ao reservatório da UHE de Serra da Mesa (Centro-Oeste) apresenta uma situação de normalidade à seca fraca (Figura 6). Para as bacias das UHEs de Três Marias, Furnas e para o Sistema Cantareira (Sudeste), o IIS-6 indica seca variando de fraca à moderada. Para a bacia da UHE de Itaipu, o IIS-6 indica uma melhoria da condição de seca em relação ao mês anterior, embora ainda predominem condições de seca fraca à moderada. Nas bacias localizadas na Região Sul do país (incluindo as UHE de Segredo, Barra Grande e Passo Real), pode ser observada uma situação normal à seca fraca, indicando uma melhoria para esta região.



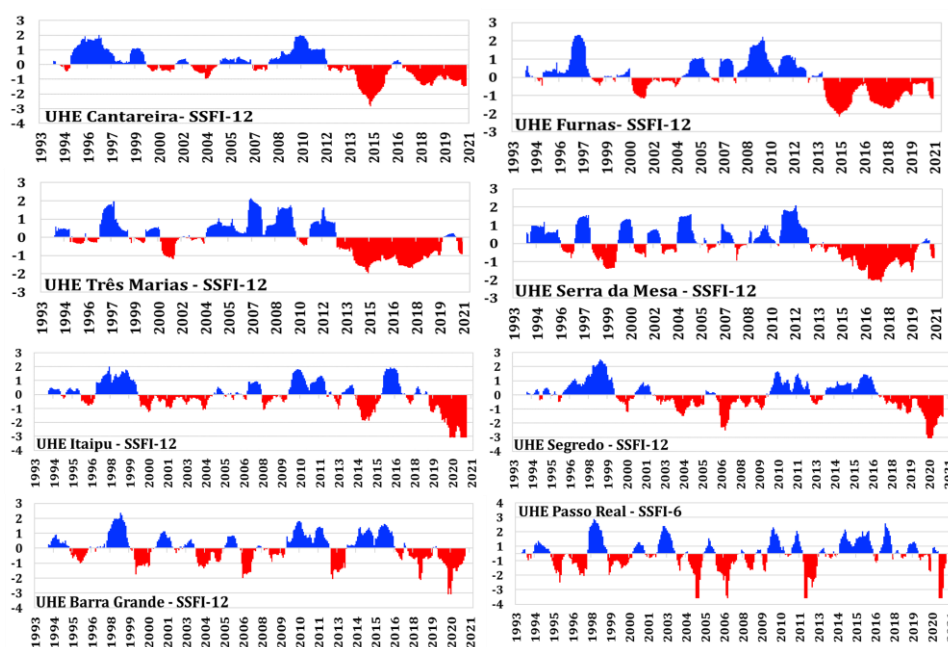
**Figura 6** - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de junho de 2021.



## Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que o Sistema Cantareira se encontra em condição de seca hidrológica severa (SSFI-12 = -1,5). As UHEs Furnas e Três Marias apresentam condição de seca hidrológica moderada (-1,2 e -0,9, respectivamente), e a UHE Serra da Mesa em condição de seca hidrológica fraca (-0,8) no mês de junho. Ressalta-se que as bacias hidrográficas afluentes a estas UHE vêm enfrentando condições críticas, em termos de disponibilidade hídrica, desde 2014, ano em que ocorreu a grande seca na Região Sudeste do Brasil, como se observa na Figura 7.

Na Região Sul, especial atenção para a UHE de Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica excepcional (-3,1 pelo 5º mês consecutivo), e vem enfrentando condições de seca hidrológica entre moderada e excepcional desde janeiro de 2019. As UHE Segredo e Barra Grande se encontram em condição de seca hidrológica severa (-1,5) e fraca (-0,5), respectivamente, para o SSFI-12. Para Passo Real, o SSFI-6 indica situação de seca hidrológica fraca (-0,7). O fato desta bacia ter uma menor área de captação faz com que sua resposta hidrológica seja mais rápida e, por isto, o indicador hidrológico de apenas 6 meses seja o mais indicado.



**Figura 7** - Índice Padronizado de Vazão (SSFI-12) para o Sistema Cantareira e UHE das Regiões Sudeste e Sul, e SSFI-6 para a UHE Passo Real, para o período de janeiro de 1993 a junho de 2021.

Em junho de 2021, a vazão afluente no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, foi 38% da média histórica do mês e os reservatórios fecharam o mês com 45% do volume útil (faixa de operação “Atenção”), representando uma diminuição de aproximadamente 3% em relação ao final do mês

anterior. Para o reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural foi 48% da média do mês e o reservatório operou, em 30 de junho de 2021, com 61% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”), apresentando uma diminuição de 5% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural do reservatório da UHE Furnas representou 53% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 30 de junho, foi 29% do volume útil, representando uma redução de 8% em relação ao final do mês anterior. No reservatório da UHE Serra da Mesa a vazão natural representou 78% da média do mês de junho. O reservatório operou com 35% de seu volume útil, representando uma redução de 2% em 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 51% da média histórica para o mês de junho, representando o menor valor já registrado no período 1993-2020 para o mês de junho. Na bacia de drenagem da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizada no Rio Iguazu, a vazão representou 29% da média do mês de junho, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 78%, o que representa um aumento de 19% em relação ao mês anterior. Na bacia afluente à UHE Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) a vazão representou 102% da média. O nível de armazenamento do reservatório atingiu 84% no final de junho, representando um acréscimo de 24% em relação ao valor no final de maio. Para a bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão afluente registrada foi 107% da média, e o armazenamento no reservatório foi 46% do seu volume útil, o que representa um acréscimo de 16% em relação ao mês anterior.

## **PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL**

Os indicadores atmosféricos em relação ao fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul) mostram patamares de neutralidade. Em outras palavras, a última La Niña terminou seu ciclo e tampouco há condições de El Niño. Esta situação de neutralidade deve perdurar durante o trimestre julho-agosto-setembro de 2021 (JAS/2021), segundo a previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute*, ambos dos EUA. O cenário crítico de seca no Brasil central (seca severa a extrema), muito provavelmente se deve à influência da La Niña durante a última estação chuvosa. A La Niña atua no sentido de *umentar a chance para déficit de chuva* na Região Sul e no Brasil-Central.

As previsões sazonais multi-modelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em junho/2021) concordam em prever, durante JAS/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul e no estado de São Paulo. A do modelo de previsão sazonal do Centro Europeu (ECMWF), emitida em junho/2021, também indica um cenário equivalente. Adicionalmente, a previsão do CPTEC/INMET/FUNCEME indica condições desfavoráveis para chuva no Mato Grosso do Sul.

Vale recordar que os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Mato Grosso se encontram em período climatológico de estiagem, durante o qual não ocorre chuva substancial. Este período se prolonga até setembro-outubro, quando é esperado que se inicie a próxima estação chuvosa. Diferentemente, os estados da Região Sul apresentam bons índices pluviométricos durante o trimestre JAS.

As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para a Região Sul, um cenário desfavorável para a precipitação até meados de agosto. Durante os meses de maio a agosto não há atividade relevante da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) que possa influenciar o padrão de chuvas no Brasil. Durante o verão (setembro a março), a OMJ pode ter influência positiva em episódios de chuva no Brasil.

## NOTAS EXPLICATIVAS

### Índice Integrado de Seca (IIS)

Índice Integrado de Seca (IIS) consiste na combinação do Índice de Precipitação Padronizada (SPI), a Água Disponível no Solo (ADS) juntamente 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, umidade). O índice VHI foi utilizado em vários países na detecção e avaliação do stress de vegetação devido a situações de seca (condições de umidade 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**

A Água Disponível no Solo (ADS) é obtida do satélite SMAP/NASA. Este produto é disponibilizado várias vezes ao mês e tem resolução de aproximadamente 25 km. A ADS representa a fração de água entre o Ponto de Murcha Permanente (PMP) e a Capacidade de Campo (CC). Essa umidade é a que fica disponível para o crescimento das plantas. Valores da ADS abaixo de 40% levam ao início do stress hídrico e dano permanente ao desenvolvimento vegetativo. Os valores de ADS abaixo de 40% são classificados em 5 categorias de seca, que são utilizadas para compor o IIS.

### **Índice 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.