

**AGOSTO DE 2021**

Ano 05 | Número 39

## **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 agosto, quando comparado ao do mês de julho, aponta a intensificação das condições de seca em grande parte do Brasil, principalmente em São Paulo, Santa Catarina, Paraná e no norte do Rio Grande do Sul.

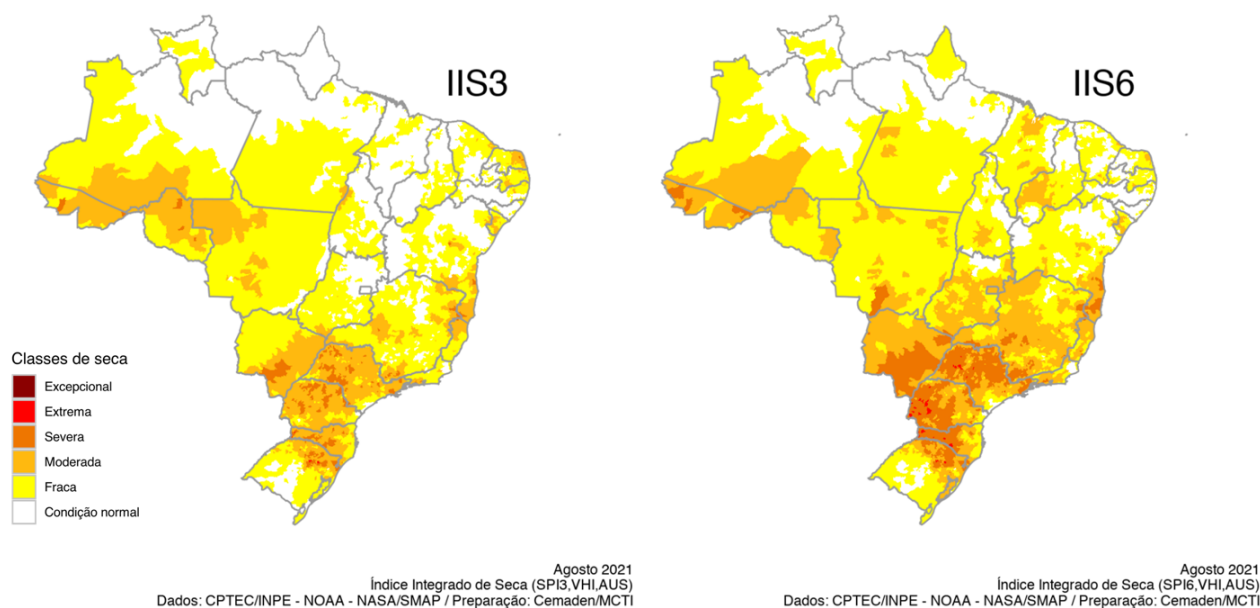
De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 1.117 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de agosto. Os estados de São Paulo e Minas Gerais foram os que tiveram o maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%. Enquanto o Rio Grande do Norte continuou se destacando 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 55% da média histórica. 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 agosto a vazão foi cerca de 34%. Destacam-se também as UHEs Barra Grande e Passo Real, ainda na Região Sul, com vazão de 30% e 69%, respectivamente, da média histórica do mês. Na Região Centro-Oeste, as vazões naturais da UHE Serra da Mesa foram 57% da média, e o nível de armazenamento do reservatório foi 28% no final de agosto. Na Região Sudeste, destaque para a UHE Furnas que registrou no mês de agosto cerca de 55% da vazão média e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 17% 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 48% do volume útil. No entanto, a vazão natural ficou em torno de 39% da média do mês de agosto. Adicionalmente, no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, a vazão afluenta foi 42% da média, e o armazenamento em torno de 37% do volume útil, situação pior que no mesmo período pré-crise (47,3% no final de agosto de 2013).

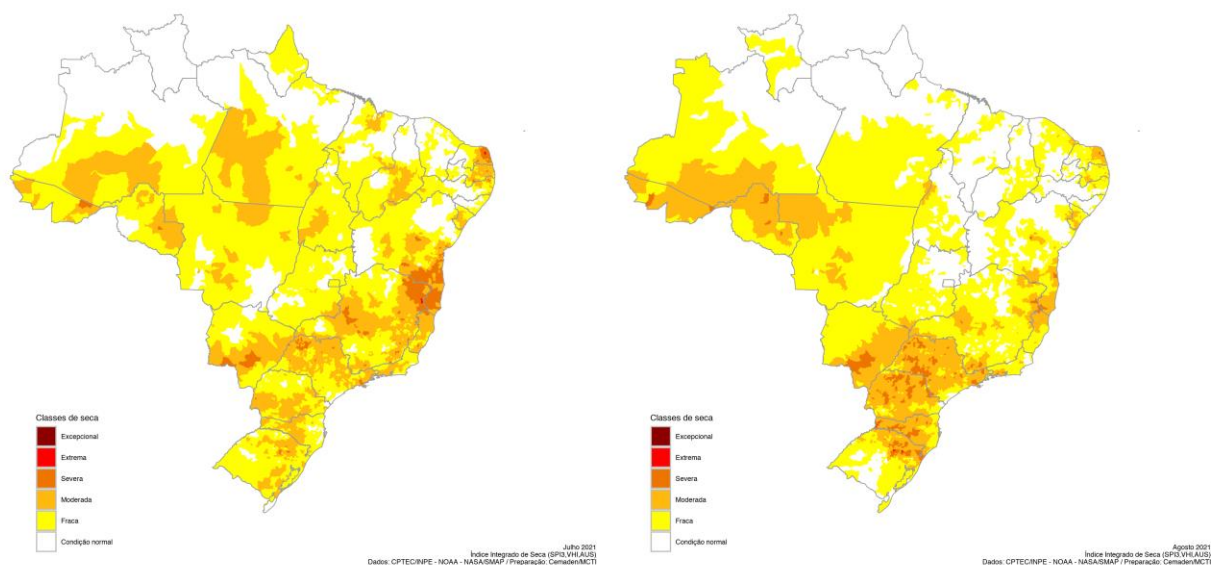
Atualmente, não estamos sob a influência nem de La Niña, nem de El Niño. Por outro lado, segundo a previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute*, um consistente resfriamento das águas superficiais e as previsões dos modelos oceânicos indicam a possibilidade de um novo ciclo de La Niña iniciando no trimestre setembro-outubro-novembro de 2021 (SON/2021). O *Bureau of Meteorology* (Australia) determinou estado de atenção para uma La Niña, o que significa uma chance de 50% para a ocorrência da La Niña; quase o dobro de uma chance normal. Dado o cenário crítico de seca no Brasil (IIS – Figura 1) esta é uma informação importante. 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*, do CPTEC/INMET/FUNCEME, além da previsão do Centro Europeu (ECMWF), concordam em prever, durante SON/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Centro-Oeste e Sul. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para a Região Sul, chuvas acima da média até o dia 20 de setembro, aproximadamente. Após, não há chances para chuvas significativas nas regiões afetadas pela seca no Brasil.

## 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 Sul, Sudeste, Centro-Oeste e em parte da Região Norte do país, ocorrendo também seca severa principalmente no sul-sudeste de Mato Grosso do Sul, no oeste dos estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina, com algumas áreas de seca extrema nestes três estados (Figura 1). Em comparação ao mês de julho, observa-se a intensificação das condições de seca principalmente em Santa Catarina, Paraná e São Paulo, além do leste do Mato Grosso do Sul e oeste do Amazonas. Além disso, nota-se o enfraquecimento da seca no nordeste de Minas Gerais, no extremo sul da Bahia e no leste do Rio Grande do Norte (Figura 2).



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

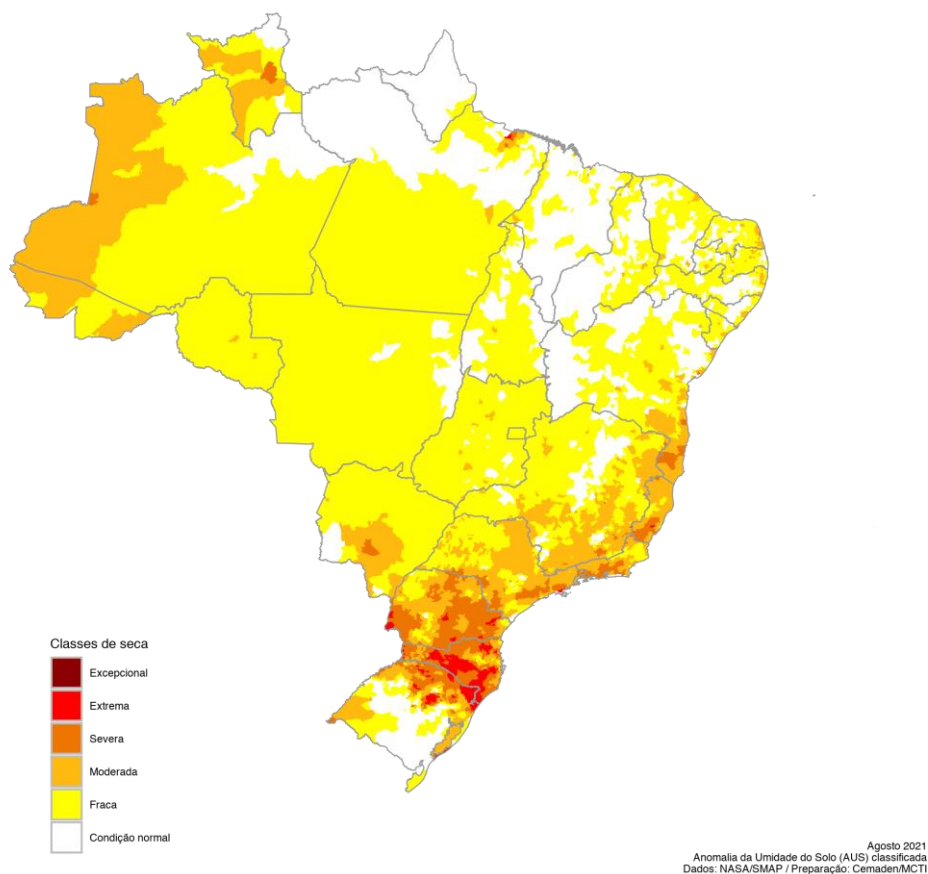


**Figura 2** - Variação observada do Índice Integrado de Seca (IIS) entre os meses de julho (esquerda) e agosto (direita) de 2021.

### CONDIÇÕES DA UMIDADE DO SOLO – BRASIL: agosto/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 a anomalia da umidade do solo disponibilizada no dia 30 de agosto.

As classes de seca baseadas na umidade do solo para o mês de agosto de 2021 são mostradas na Figura 3. Os estados mais afetados com seca extrema são Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Adicionalmente, partes dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Bahia também apresentaram baixos níveis de água no solo e seca moderada e severa. A seca fraca foi predominante nos estados das regiões Norte e Centro-Oeste.

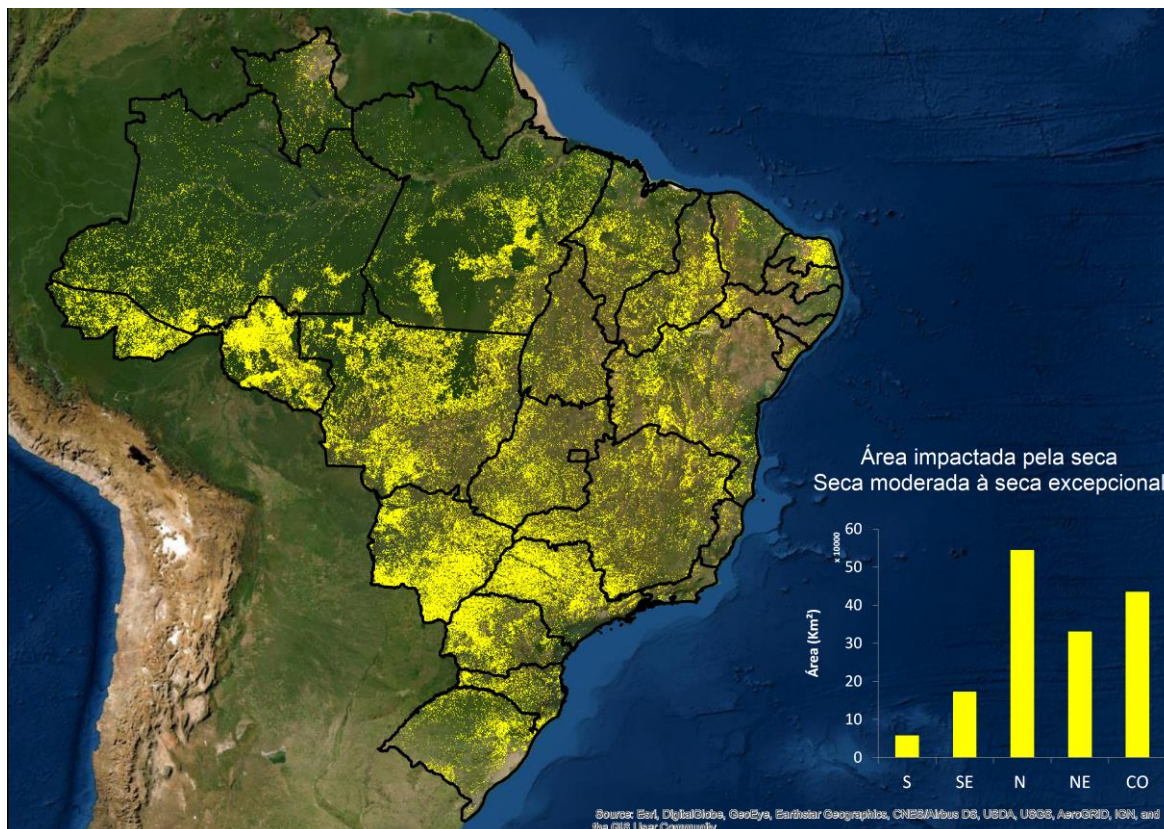


**Figura 3** - Classes de seca baseadas na água no solo para o mês de agosto de 2021.

## MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: VEGETAÇÃO E AGRICULTURA

### Estimativa das Áreas com Condição de Estresse Hídrico

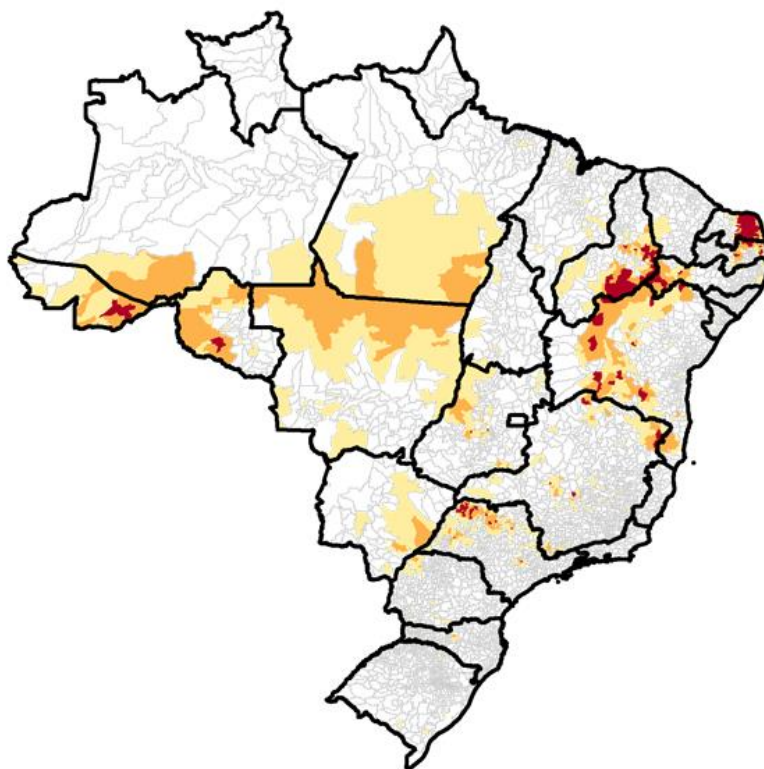
A avaliação de impactos do déficit hídrico na vegetação é realizada por meio do Índice de Saúde da Vegetação (VHI). A condição de estresse hídrico acontece quando a água armazenada no solo é insuficiente para sustentar o crescimento vegetal. Em termos gerais, no mês de agosto, houve um aumento das áreas com condição de estresse hídrico em todas as regiões do país (Figura 4), sendo a Região Centro-Oeste a que apresentou o maior percentual de área vegetada com estresse hídrico, 27% (434 mil km<sup>2</sup>), em relação às demais. As regiões Nordeste e Norte apresentaram, respectivamente, 21,2% (330 mil km<sup>2</sup>) e 14,1% (544 mil km<sup>2</sup>) de áreas em condição de estresse hídrico. Enquanto as regiões Sudeste e Sul apresentaram o menor percentual de áreas nesta condição: 18,6% (172 mil km<sup>2</sup>) e 10% (57 mil km<sup>2</sup>), respectivamente.



**Figura 4** - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para agosto 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 (agropecuárias), de acordo com o índice VHI, 1.117 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de agosto (Figura 5), uma redução de 160 municípios em relação ao mês de julho. Os estados de São Paulo (226) e Minas Gerais (151) foram os que tiveram um maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%, tendo respectivamente 27 e 11 destes municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva. O destaque do mês continua sendo 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 municípios 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 Rondônia (1).



CENTRO-OESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
GO	46	17	2
MS	19	5	
MT	36	30	
NORDESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AL	1	1	
BA	58	43	13
CE	6	1	1
MA	15		
PB	31	32	21
PE	21	14	6
PI	29	22	37
RN	16	10	61
SE	4	1	
NORTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AC	6	9	2
AM	3	2	
PA	23	8	
RO	12	8	1
TO	6		
SUDESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
MG	112	28	11
RJ	1		
SP	138	61	27
SUL			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
PR	32	5	
RS	11	1	
SC	10	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 agosto de 2021 para o Brasil.

## REGISTROS DE IMPACTOS

No estado do Mato Grosso do Sul, houve queda na produtividade do milho 2ª safra, com registros de perda total em algumas lavouras, conforme informações da Secretaria de Meio Ambiente, Desenvolvimento Econômico, Produção e Agricultura Familiar (Semagro-MS). Também no Paraná foi registrada redução na produção do milho 2ª safra, de aproximadamente 9 milhões de toneladas (59,6% em relação ao estimado inicialmente), além de prejuízos na cultura de mandioca, tanto na colheita quanto no plantio da safra de 2021/22, e redução na produtividade do trigo, nas áreas em fase de colheita, como informado pelo Departamento de Economia Rural (Deral) do Paraná. Em Minas Gerais, foram registrados danos nas lavouras de milho em diversos municípios, como no município de Frutal (localizado no sul do estado), que esteve em condição de seca severa no mês de agosto. Neste município, outras culturas também foram afetadas (como abacaxi e sorgo), além da pecuária e de outros setores, com prejuízos na ordem de R\$ 150 mil, segundo informações fornecidas por meio do Formulário Online para Registro e Avaliação de Impactos das Secas, disponível no site do Boletim Monitoramento de Secas e Impactos no Brasil do Cemaden.

## **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 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 agosto, nessas condições, 963 municípios, ou seja, mais da metade dos municípios com calendário vigente (1.684) apresentaram risco muito alto, acendendo um alerta para esses municípios.

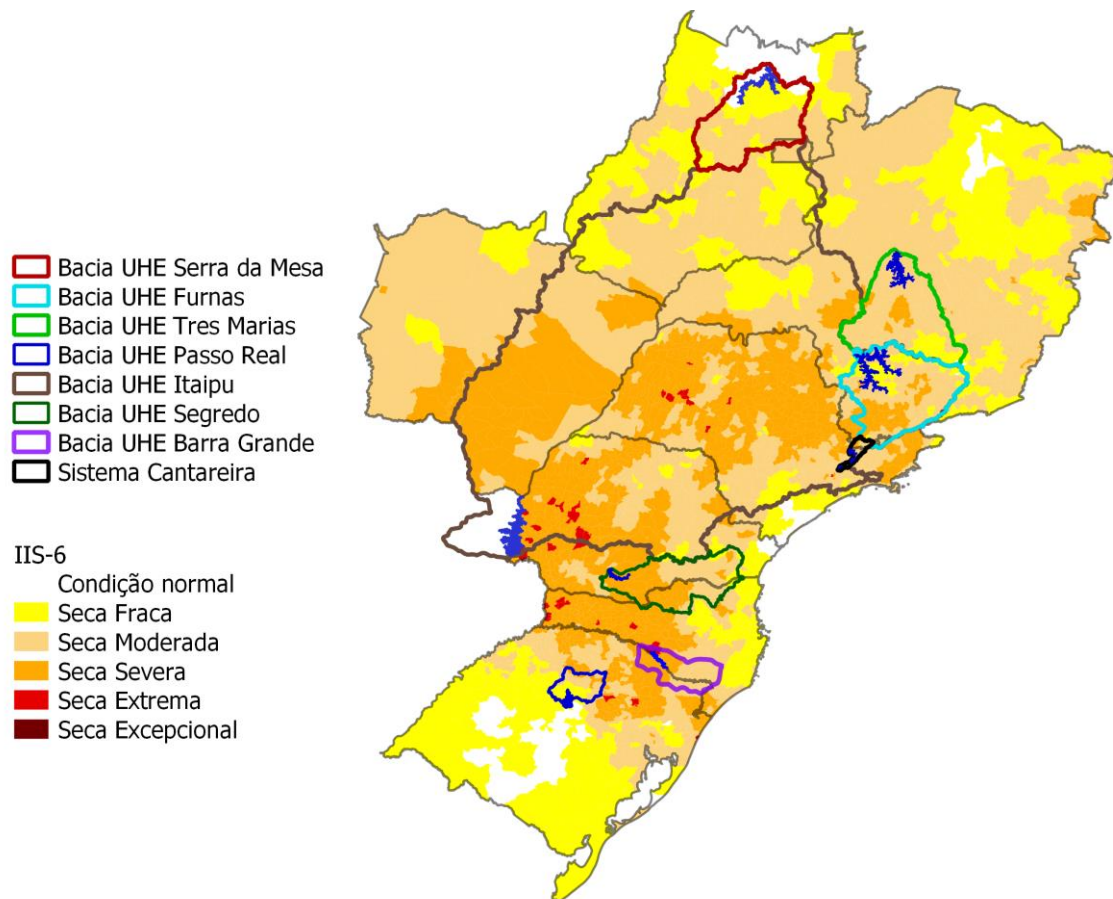
Para mais detalhes, consulte o relatório na íntegra: <http://www2.cemaden.gov.br/risco-de-seca-na-agricultura-familiar-agosto2021>.

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



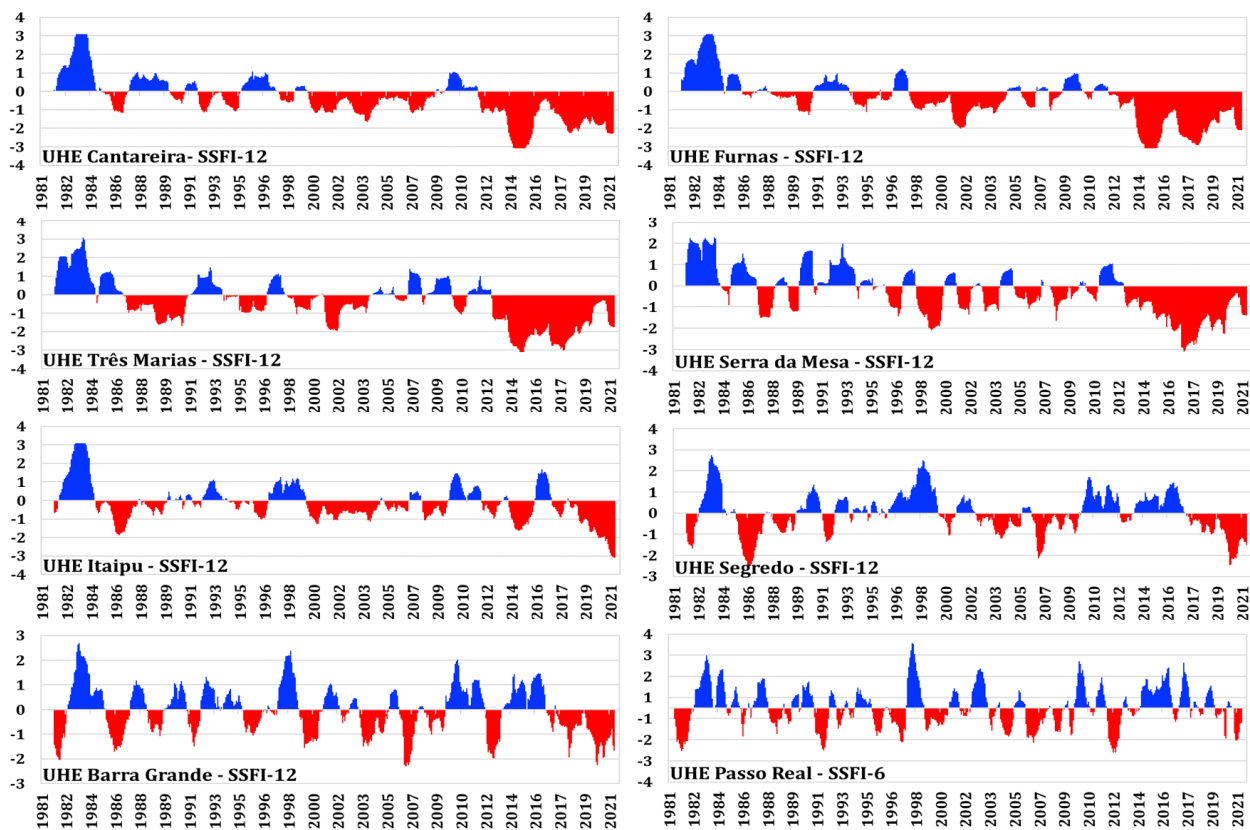


**Figura 6** - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de agosto de 2021.

### Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que o Sistema Cantareira se encontra em condição de seca hidrológica excepcional (SSFI-12 = -2,3). As UHEs Furnas e Três Marias apresentam condição de seca hidrológica excepcional e extrema (-2,1 e -1,8, respectivamente), e a UHE Serra da Mesa em condição de seca hidrológica severa (-1,4) no mês de julho. 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 Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica excepcional (-3,1 pelo 9º 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 e extrema (-1,5 e -1,7, 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 1981 a agosto de 2021.

Em agosto de 2021, a vazão afluyente no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, foi 42% da média histórica do mês e os reservatórios fecharam o mês com 37% do volume útil (faixa de operação “Alerta”), representando uma diminuição de aproximadamente 5% em relação ao final do mês anterior. Para o reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural foi 39% da média do mês e o reservatório operou, em 31 de agosto de 2021, com 48% de seu volume útil (faixa de operação “Atenção”), apresentando uma diminuição de 7% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural do reservatório da UHE Furnas representou 55% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de agosto, foi 17% 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 57% da média do mês de agosto. O reservatório operou com 28% de seu volume útil, representando uma redução de 4% 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 55% da média histórica para o mês de agosto. Na bacia de drenagem da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros

Braga), localizada no Rio Iguaçu, a vazão representou 34% da média do mês de agosto, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 11%, o que representa um declínio de 30% 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 30% da média. O nível de armazenamento do reservatório atingiu 24% no final de agosto, representando um declínio de 35% em relação ao valor no final de julho. Para a bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão afluyente registrada foi 69% da média, e o armazenamento no reservatório foi 44% do seu volume útil, representando uma redução de 1% em relação ao nível do mês anterior.

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

Atualmente, os indicadores atmosféricos em relação ao fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul) mostram patamares de neutralidade, ou seja, não temos nem La Niña, nem El Niño. Por outro lado, segundo a previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute*, um consistente resfriamento das águas superficiais e as previsões dos modelos oceânicos indicam a possibilidade de um novo ciclo de La Niña iniciando no trimestre setembro-outubro-novembro de 2021 (SON/2021). O *Bureau of Meteorology* (Austrália) determinou estado de atenção para uma La Niña, o que significa uma chance de 50% para a ocorrência da La Niña; quase o dobro de uma chance normal. Dado o cenário crítico de seca no Brasil (IIS – Figura 1) esta é uma informação importante. A La Niña atua no sentido de *aumentar 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 a partir das condições em agosto/2021) concordam em prever, durante SON/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados das regiões Centro-Oeste e Sul. A previsão sazonal do modelo do Centro Europeu (ECMWF), emitida também a partir das condições de agosto/2021, é também consistente ao indicar um cenário mais provável para chuvas abaixo da média na Região 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. O início esperado (climatológico) da estação chuvosa nestas regiões ocorre durante outubro. A fase chuvosa da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) se encontra sobre a região denominada Continente Marítimo, no Pacífico Oeste. Há poucas chances de que venha afetar as chuvas sobre o Brasil nas próximas semanas. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para a Região Sul, chuvas acima da média até o dia 20 de setembro, aproximadamente. Após, não estão previstas chances para chuvas significativas nas regiões afetadas pela seca 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. Conseqüentemente, 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.