

AGOSTO DE 2022

Ano 06 | Número 51

## **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**

Ana Paula Cunha

Marcelo Zeri

### **Pesquisadores**

Adriana Cuartas

Alan Pimentel

Aliana Maciel

Ana Paula Cunha

Christopher Cunningham

Elisângela Broedel

João Garcia

Lidiane Costa

Márcia Guedes

Regina Alvalá

Viviana Aguilar



UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI

MINISTÉRIO DA  
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA  
E INOVAÇÕES**

## SUMÁRIO

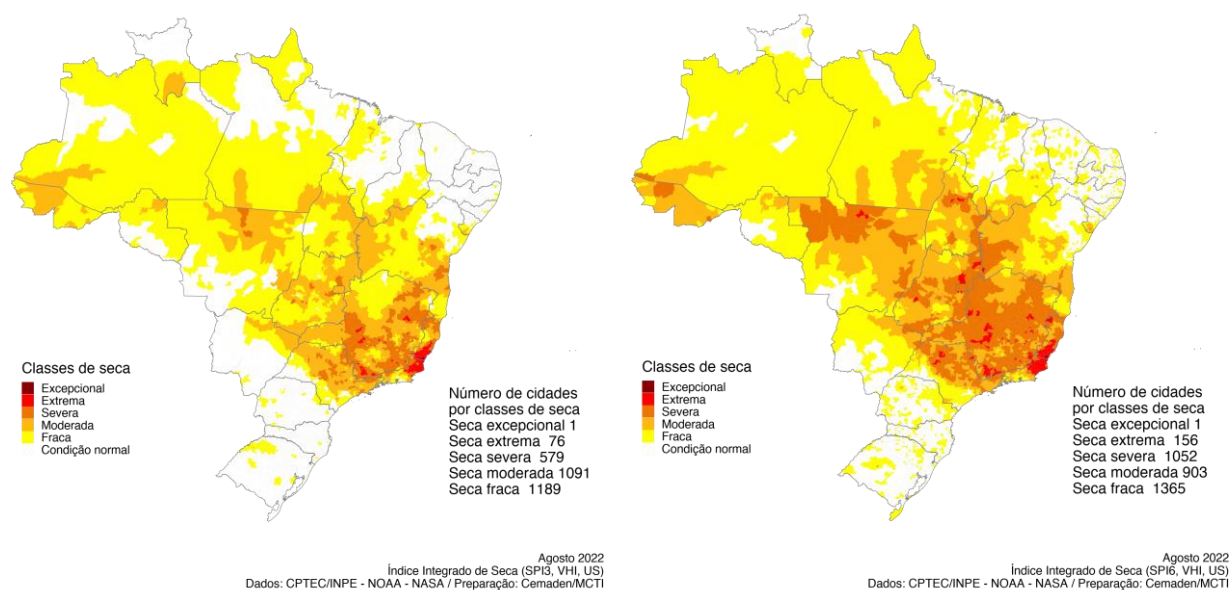
O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de agosto indica a permanência de seca moderada a severa em todos os estados da região Norte, Centro-Oeste, Sudeste, e estado da Bahia. Seca extrema foi observada no norte do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo e Bahia.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 835 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de agosto. O Acre foi o estado mais afetado, 100% dos municípios foram impactados pela seca, sendo que 19 deles com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva.

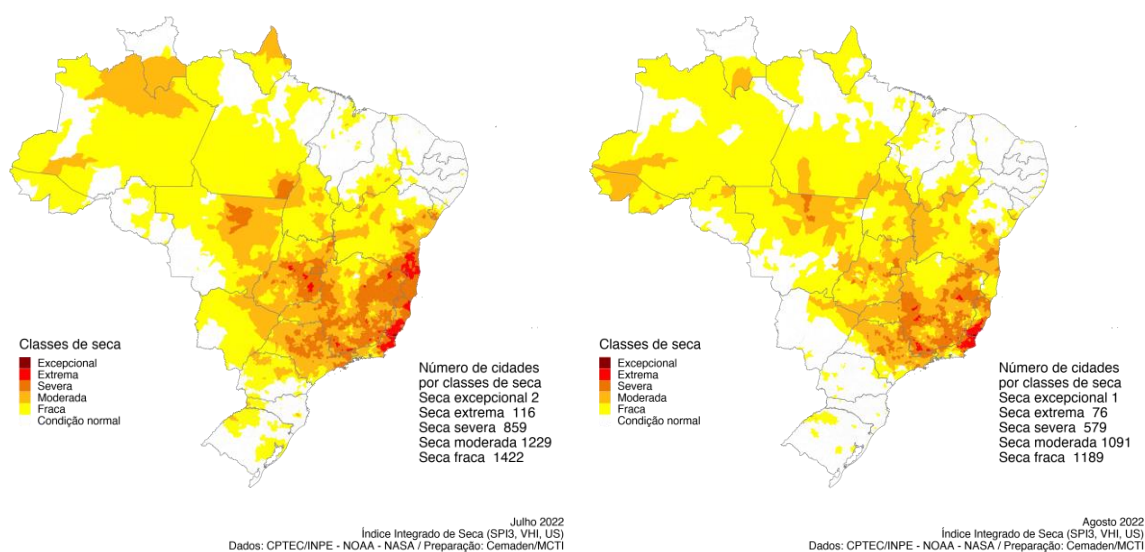
Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos para o mês de agosto de 2022, na Região Sul destaca-se a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu, que vem registrando, consecutivamente, vazões inferiores à média histórica desde dezembro de 2018. A vazão média em Itaipu, em agosto, foi equivalente a 76% da média histórica, valor ligeiramente superior ao registrado no mês anterior. No Sudeste do país destaca-se o Sistema Cantareira, principal sistema hídrico de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, onde foi registrada vazão afluente de apenas 53% da média histórica do mês, enquanto o armazenamento nos reservatórios encerrou o mês com 33% do volume útil (faixa de operação “Alerta”), o que representa uma redução de 3% em relação ao mês anterior, e situação pior que no mesmo período pré-crise (47,8%, no final de agosto de 2013). Ainda na Região Sudeste, a UHE Furnas registrou, no mês de agosto, vazão equivalente a 71% da média do mês, e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 66% do volume útil. Na UHE Três Marias, também na região Sudeste, foi registrado vazão cerca de 1% acima da média histórica, e o reservatório finalizou o mês de agosto com 71% do volume útil. Na Região Centro-Oeste, a vazão na UHE Serra da Mesa foi 74% da média, e o nível de armazenamento do reservatório, no final de agosto, atingiu 62% da capacidade total. As bacias hidrográficas das UHEs Itaipu, Segredo e Barra Grande, no mês de agosto, apresentaram aumento na vazão em relação ao mês anterior, atingindo valores de 76%, 147%, e 97% em relação à média histórica. Em Segredo e Barra Grande também foi registrado um aumento no armazenamento dos reservatórios, finalizando o mês com 64% e 91% da capacidade total, respectivamente.

## 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 Anomalia da Umidade do Solo (AUS) – estes dois últimos estimados por satélite. O IIS para o mês de agosto indica a permanência de seca fraca a severa em todos os estados da região Norte, Centro-Oeste, Sudeste, e estado da Bahia usando o SPI de 3 ou 6 meses (Figura 1). Seca extrema foi observada no norte do Rio de Janeiro e sul do Espírito Santo e Bahia. Em relação ao mês de julho (Figura 2a), o mês de agosto/2022 mostra seca fraca atingindo a região norte, além da intensificação nas regiões Centro-oeste e Sudeste, principalmente nos estados de SP, RJ, ES e BA.



**Figura 1** - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de agosto de 2022 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

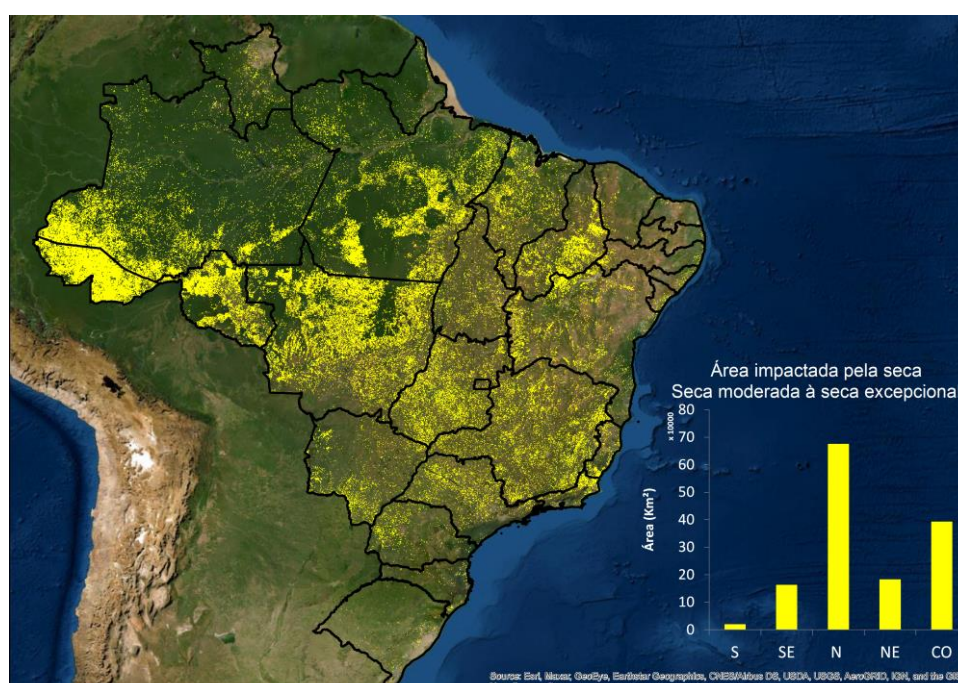


**Figura 2** - Variação observada do Índice Integrado de Seca (IIS) entre os meses de julho (esquerda) e agosto/2022 (direita).

## MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: VEGETAÇÃO E AGRICULTURA

### Estimativa das Áreas com Condição de Estresse Hídrico

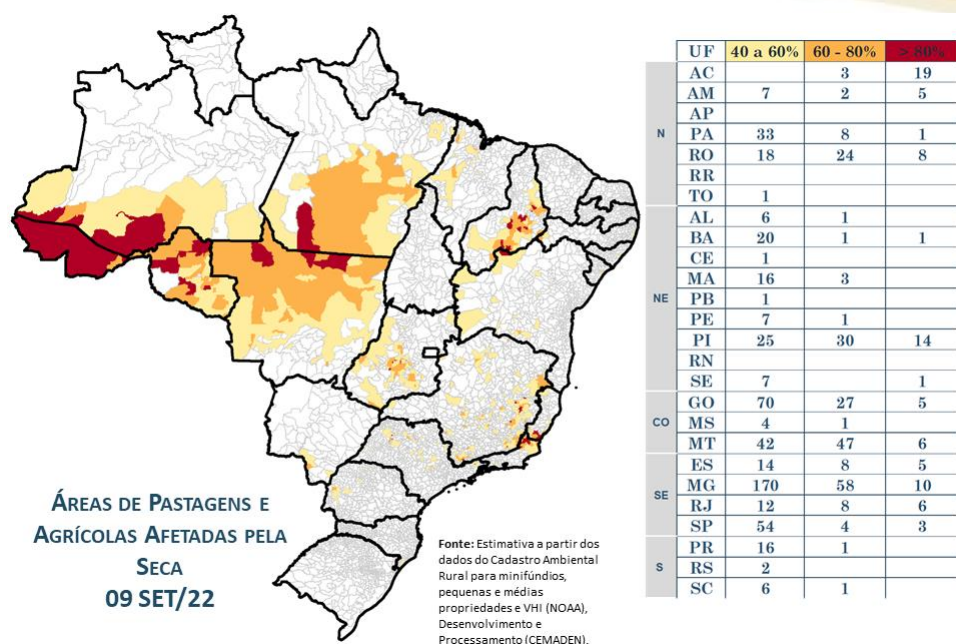
A avaliação de impactos do déficit hídrico na vegetação é realizada por meio do Índice de Saúde da Vegetação (VHI). A condição de estresse hídrico acontece quando a água armazenada no solo é insuficiente para sustentar o crescimento vegetal. De maneira geral, a área com condição de seca aumentou para todo o Brasil, com exceção da região Nordeste que reduziu de 17,3% (268mil km<sup>2</sup>) para 11,7% (182mil km<sup>2</sup>). As regiões que apresentaram os maiores percentuais de área com condição de seca no mês de agosto foram a região Norte e a região Centro-oeste, que foram de um total de área com condição de estresse hídrico de 6,7% (256 mil km<sup>2</sup>) e 17,6% (283 mil km<sup>2</sup>), para 17,5% (675 mil km<sup>2</sup>) e 24,4% (392 mil km<sup>2</sup>), respectivamente.



**Figura 3** - 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 (agroprodutivas), de acordo com o índice VHI, 835 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de agosto (Figura 4), um aumento de 158 municípios em relação ao mês de julho. Desse total, 524 são de municípios que tiveram de 40% a 60% das suas áreas impactadas, sendo destaque os estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso, com 170, 70 e 42 municípios, respectivamente. O estado do Acre mais afetado, 100% dos municípios foram impactados pela seca, sendo que 19 deles com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva. Por fim, na categoria de área impactada entre 60% a 80%, 227 municípios foram afetados, sendo 40%78 deles na região Sudeste e 75 na região Centro-oeste.



**Figura 4** - 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 2022 para o Brasil.

## REGISTROS DE IMPACTOS

No mês de agosto, o último boletim da safra 2021/22 elaborado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), estimou 6% de perda na produção nacional de grãos quando comparado à primeira estimativa para a safra 2021/22 (redução de aproximadamente 17 milhões de toneladas). Ainda de acordo com a Conab, a quebra na produtividade, deve-se às condições climáticas adversas verificadas, sobretudo o clima seco nas principais regiões produtoras, principalmente nos estados da Região Sul do país.

Neste cenário, de acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), no último dia do mês de agosto, 511 municípios estavam com reconhecimento federal vigente (Situação de Emergência ou Estado de Calamidade Pública) em decorrência de seca ou estiagem no Brasil. No geral, este número traduz 9,2% dos municípios brasileiros com reconhecimento vigente, na qual 6,4% estão concentrados no Nordeste, seguido por 2,4% no Sudeste e 0,3% no Sul. No Centro-Oeste e no Norte não houve registro de reconhecimento.

Em termos de região, o Nordeste do país apresentou 359 municípios com reconhecimento vigente que, em dados percentuais representam 20% do total de municípios da região. Por outro lado, constatou-se as regiões Sudeste e Sul com 134 e 18 municípios totalizando 8% e 1,5% respectivamente dos totais de municípios. É importante salientar que, em função do ciclo evolutivo do desastre, esses dados podem ser alterados diariamente.

Ainda de acordo com a Sedec, até o fechamento deste boletim 20 municípios obtiveram reconhecimento federal para seca e estiagem em agosto. Calcula-se que 127 mil pessoas foram afetadas e os prejuízos na agricultura foram estimados em torno de R\$ 92 milhões de reais e na pecuária R\$ 55 milhões. Na Bahia, dentre os nove municípios que obtiveram reconhecimento, os impactos mencionados estão àqueles relacionados à escassez de água potável, baixa capacidade dos reservatórios além da perda estimada de 75% da produção de arroz, 82% de milho, 85% de

feijão e 58% de mandioca. No Espírito Santo, em dois municípios houve a diminuição em torno de 50% da produtividade das lavouras de café, banana, feijão e milho em aproximadamente 60 propriedades.

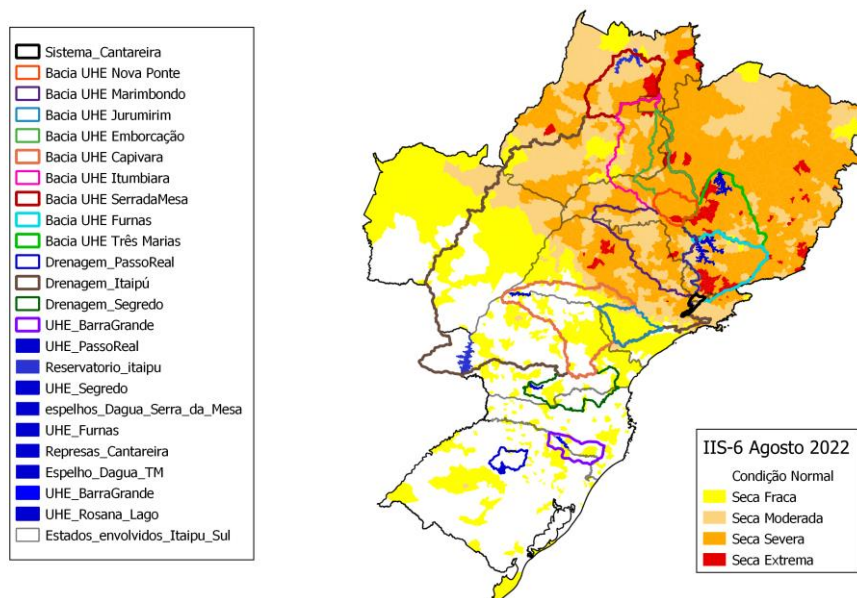
Já em Minas Gerais, a Conab confirmou a quebra de safra para a cultura do milho (segunda safra) com 83% da lavoura colhida. As perdas foram ocasionadas, sobretudo, pelo desenvolvimento das culturas no cenário de baixa umidade no solo e déficit hídrico.

*Caro leitor: Gostaria de também contribuir com informações sobre a ocorrência de seca e seus impactos no seu município? A sua colaboração é bem-vinda. Você pode enviar suas informações pelo link: [REGISTRO DE IMPACTOS DE SECAS](#).*

## 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 (**Figura 5**) para as bacias afluentes aos reservatórios das UHEs Serra da Mesa (Centro-Oeste) bem como Furnas e Três Marias (Sudeste) apresenta uma situação de seca hidrológica variando de moderada à extrema. Na bacia do rio Paraná, afluente à UHE Itaipu, o IIS-6 aponta para uma condição variando de normal à seca extrema. Observa-se uma condição mais crítica, em relação ao IIS-6, na região de cabeceira da bacia do rio Paraná. Para as sub-bacias das UHEs localizadas na bacia do rio Paraná, como, Emborcação, Itumbiara, Marimbondo, Jurumirim, Nova Ponte e Capivara, o IIS-6 apresenta condição variando entre uma condição normal (em parte da sub-bacia de Capivara) à seca extrema (na porção sul da sub-bacia de Nova Ponte). Nas bacias localizadas na Região Sul do país, incluindo as UHEs Segredo, Barra Grande e Passo Real, pode ser observada uma condição variando de normal à fraca. Destaque para a UHE Passo Real, cuja área da bacia está classificada inteiramente numa condição normal, situação similar ao mês anterior.



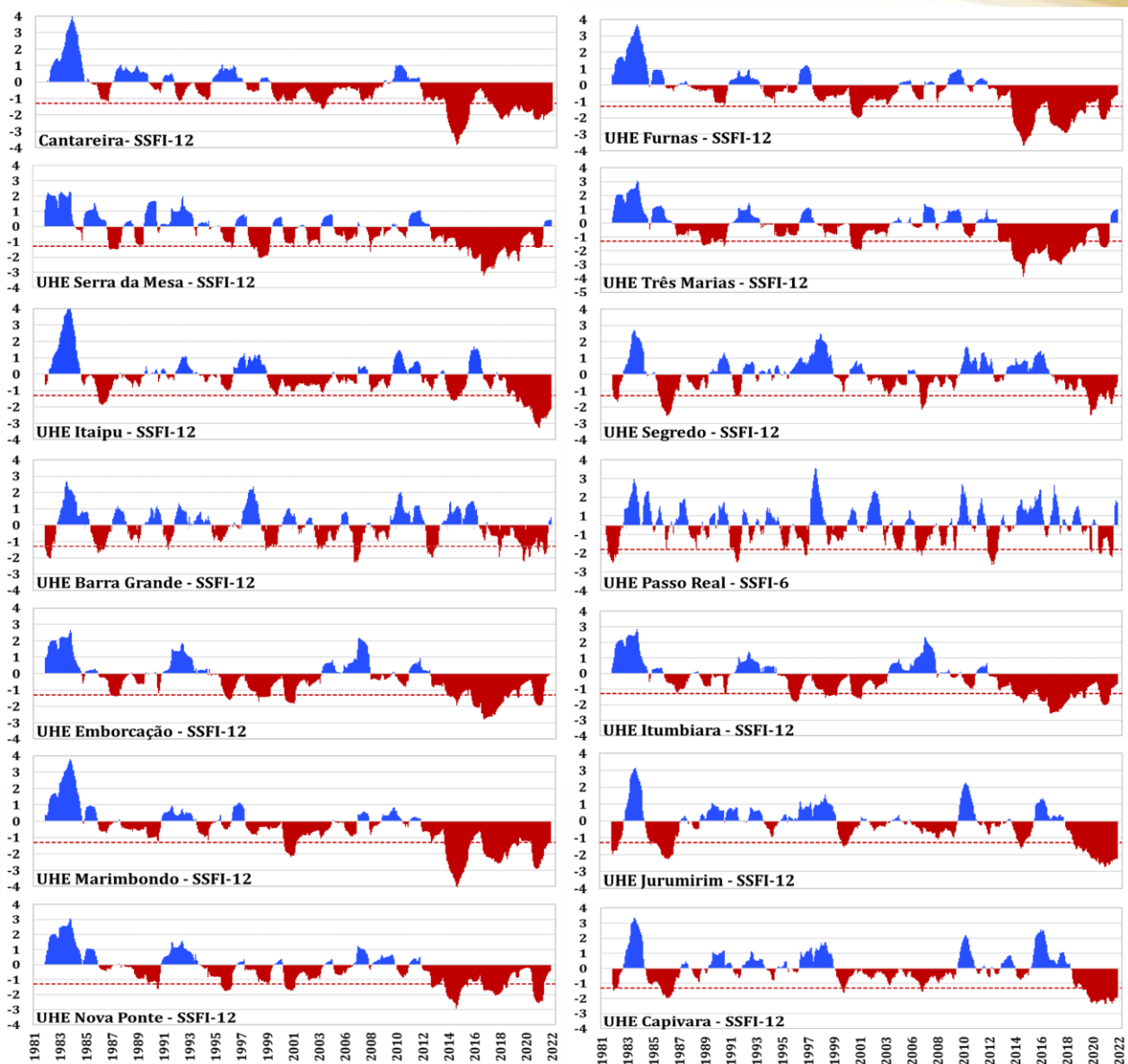
**Figura 5** - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de agosto de 2022.

## Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que o Sistema Cantareira se encontra em condição de seca hidrológica extrema (SSFI-12 = -1.7), mesma situação quando comparada ao mês anterior, julho de 2022. Ainda em agosto, as bacias das UHEs Serra da Mesa (Centro-Oeste) e Três Marias (Sudeste) apresentam condição normal (SSFI-12 = 0.4 e 1.0, respectivamente), e a UHE Furnas (Sudeste) em condição de seca hidrológica fraca (SSFI-12 = -0.6). Ressalta-se que as bacias hidrográficas afluentes a estas UHEs 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 6**. No entanto, os eventos de chuvas extremas que ocorreram no Sul da Bahia e norte de Minas Gerais, durante estação chuvosa 2021/2022, contribuíram na melhoria das condições destas três bacias.

Na bacia do rio Paraná, a UHE Jurumirim encontra-se numa condição de seca hidrológica excepcional (SSFI-12  $\leq$  -2.0), situação similar ao mês anterior. As bacias afluentes às UHEs Marimondo e Capivara apresentam condição de seca hidrológica variando de moderada à extrema (SSFI-12 = -1.2 e -1.9, respectivamente) enquanto Itumbiara uma condição de seca fraca (SSFI-12 = -0.7). Ainda no mês de agosto, destaque para a bacia afluyente à UHE Emborcação em uma condição de seca hidrológica normal (SSFI-12 = 0.0) desde abril de 2022. Uma condição normal também foi registrada na UHE Nova Ponte (SSFI-12 = -0.4), o que representa uma situação melhor quando comparada ao mês anterior (seca fraca).

Na Região Sul, em agosto, a bacia hidrográfica afluyente a UHE Segredo apresentou condição de seca hidrológica fraca (SSFI-12 = -0.5), situação similar comparada ao mês anterior. Destaque para as UHEs Passo Real e Barra Grande que, atualmente, encontram-se numa condição considerada normal em relação a seca hidrológica, de acordo com SSFI-6 (1.2) e SSFI-12 (0.5), respectivamente. Especial atenção para a UHE Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica excepcional (SSFI-12 = -2.1) pelo 21º mês consecutivo, e vem enfrentando condições de seca hidrológica desde dezembro de 2018.



**Figura 6** - Índice Padronizado de Vazão (SSFI-12) para as UHEs das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país (exceto UHE Passo Real, que utiliza SSFI-6 uma vez que se trata de uma bacia menor comparada às demais), entre o período de janeiro de 1981 a agosto de 2022.

Em agosto de 2022, a vazão afluente no **Sistema Cantareira**, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo foi 53% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com 33% do volume útil (**faixa de operação "Alerta"**, armazenamento entre 30 e 40%), o que caracteriza redução de 3% em relação ao final do mês anterior e situação pior que no mesmo período pré-crise (47,8%, no final de agosto de 2013). Para o reservatório da **UHE Três Marias**, a vazão natural correspondeu a 101% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 31 de agosto, com 71% de seu volume útil (**faixa de operação "Normal"**, armazenamento entre 60 e 100%), refletindo uma redução de 5% em relação ao final do mês anterior. Ainda no mês de agosto, a vazão natural registrada no reservatório da **UHE Furnas** correspondeu a 71% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de agosto, foi 66% do volume útil (**faixa de operação "Normal"**, armazenamento entre 56 e 100%), equivalente a uma redução de 7% em relação ao final do mês anterior. No reservatório da **UHE**



**Serra da Mesa** a vazão natural correspondeu a 74% da média do mês de agosto, e o reservatório operou com 62% de seu volume útil (**faixa de operação “Normal”**, armazenamento entre 21 e 100%), representando uma redução de 2% em relação ao mês anterior.

Para a Região Sul do país, na bacia hidrográfica da **UHE Itaipu**, localizada no Rio Paraná - Santa Catarina, uma das maiores e mais importantes hidrelétricas do mundo, a vazão registrada no mês de agosto foi abaixo da média, cerca de 76% da média histórica. Nas bacias de drenagem das UHEs Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizada no rio Iguaçu e Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) as vazões se mantiveram acima e na média histórica do mês, respectivamente. Na **UHE Segredo**, a vazão foi equivalente a 47% acima da média do mês, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 64%, o que corresponde a um aumento de 1% em relação ao mês anterior. Adicionalmente, na **UHE Barra Grande** a vazão representou 97% da média do mês, e o nível de armazenamento do reservatório atingiu 91% no final de agosto, equivalente a um aumento de 7% em relação ao final de julho. Em contrapartida, na **UHE Passo Real**, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão natural registrada manteve-se abaixo média histórica do período (79%) e o armazenamento sofreu uma redução de 7% em relação ao mês anterior, fechando o mês de agosto com 76% de sua capacidade total.

## 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.

### **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.