

SETEMBRO DE 2022

Ano 06 | Número 52

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

Christopher Cunningham

Elisângela Broedel

João Garcia

Jerusa Peixoto

Lidiane Costa

Márcia Guedes

Regina Alvalá



UNIDADE DE PESQUISA DO MCTI

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**

SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de setembro indica a permanência de condição de seca moderada a severa principalmente no Acre, Amazonas, Espírito Santo e em Minas Gerais. Entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais também se observou condições de seca extrema.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 1.073 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de agosto. O Acre foi o estado mais afetado, quase 100% dos municípios foram impactados pela seca, sendo que 17 deles com impacto da seca superior a 60% da área agroprodutiva. Outro destaque foi o estado do Piauí que teve 65 municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos referente ao mês de setembro de 2022, destaca-se, na região Sul do país, a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu numa condição de seca hidrológica extrema (de acordo com SSFI), que vem registrando, consecutivamente, vazões inferiores à média histórica desde dezembro de 2018. Em setembro, a vazão média em Itaipu foi equivalente a 79% da média histórica, valor ligeiramente superior ao registrado no mês anterior. No Sudeste do país destaca-se o Sistema Cantareira uma condição de seca hidrológica Severa, onde foi registrada vazão afluyente de 79% da média histórica do mês, enquanto o armazenamento nos reservatórios encerrou o mês com 32% do volume útil (faixa de operação “Alerta”), o que representa uma redução de 1% em relação ao mês anterior, e situação pior que no mesmo período pré-crise. Ainda na Região Sudeste, a UHE Furnas, que se encontra numa seca hidrológica Fraca, registrou vazão equivalente a 70% da média do mês, e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 60% do volume útil (faixa de operação “Normal”). Na UHE Três Marias também na região Sudeste, que apresenta uma condição normal em relação a seca hidrológica, foi registrado vazão cerca de 82% da média histórica, e o reservatório finalizou o mês de setembro com 62% do volume útil (faixa de operação “Normal”). Na Região Centro-Oeste, a vazão na UHE Serra da Mesa, também classificada numa condição de seca hidrológica normal, foi 77% da média, e o nível de armazenamento do reservatório, no final de setembro, atingiu 58% da capacidade total (faixa de operação “Normal”). Ainda no Sul, na UHE Segredo que atualmente apresenta condição de seca hidrológica Normal foi registrada vazão superior à média histórica (145%) e volume útil de 100%. Em contrapartida, nas UHEs Barra Grande e Passo Real que também apresentam uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica, foi observado uma queda tanto na vazão (29% e 48% da média histórica, respectivamente) bem como no volume armazenado nos reservatórios, finalizando o mês com 66% e 69% da capacidade total, respectivamente.

Os indicadores oceânicos e atmosféricos mostram um episódio de La Niña atuando. A previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute* indica que este episódio deva perdurar até o início de 2023, enfraquecendo paulatinamente até lá. É importante recordar que 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 atualizadas a partir das condições em setembro/2022) concordam em prever, durante OND/2022, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. A previsão do modelo do Centro Europeu (ECMWF), iniciada em outubro/2022, aponta que seca nestas regiões também, mais intensa para o Rio Grande do Sul. As previsões subsazonais

(3^a - 4^a semana: final de outubro até início de novembro) indicam chuva abaixo da média nos estados da Região Sul.

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 de 3 e 6 meses (Figura 1) para o mês de setembro indica a permanência de seca fraca a severa em todos os estados da região Norte, Centro-Oeste, Sudeste, e estados da Bahia e Piauí. Seca extrema foi observada principalmente no norte do Rio de Janeiro e Minas Gerais.

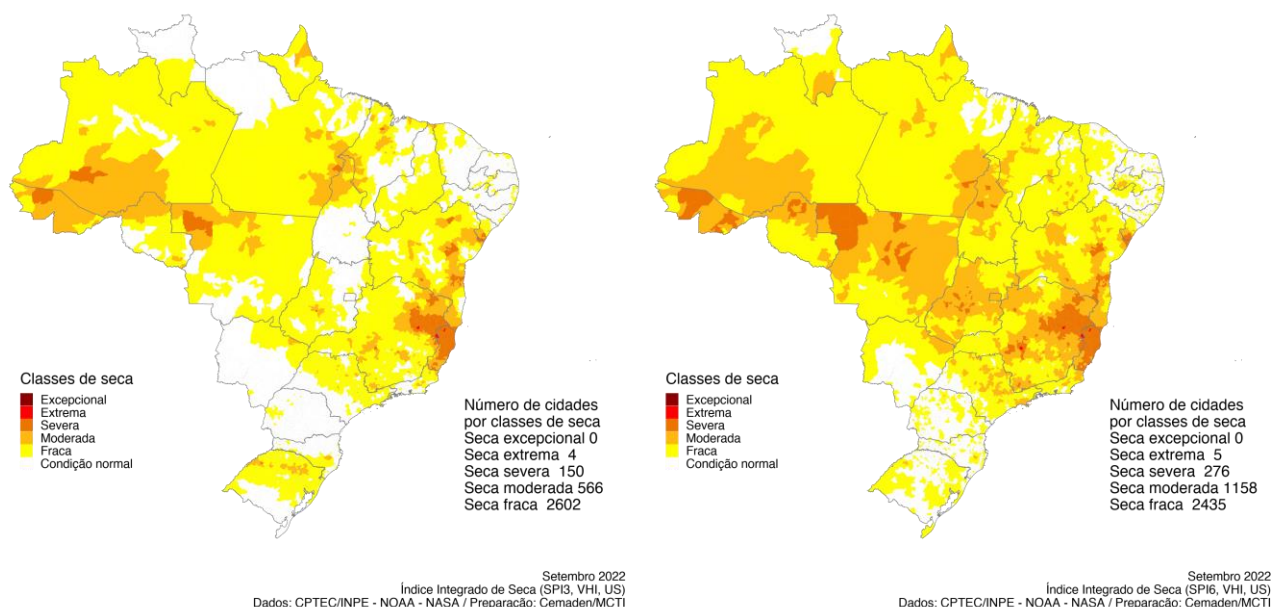


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de setembro de 2022 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

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 maior parte do Brasil (Sul, Nordeste e Centro-oeste). As regiões que apresentaram os maiores percentuais de área com condição de seca em 07 de outubro foram as regiões Sul 7,5% (433 mil km²), Nordeste 25,7% (399 mil km²) e Centro-oeste 28,4,5% (455 mil km²). Por outro lado as regiões Sudeste e Norte apresentaram uma redução da área com condição de estresse hídrico,

que foram de 17,5% (162 mil km²) e 17,5% (675 mil km²), para 10,1% (93 mil km²) e 16,0% (615 mil km²), respectivamente.

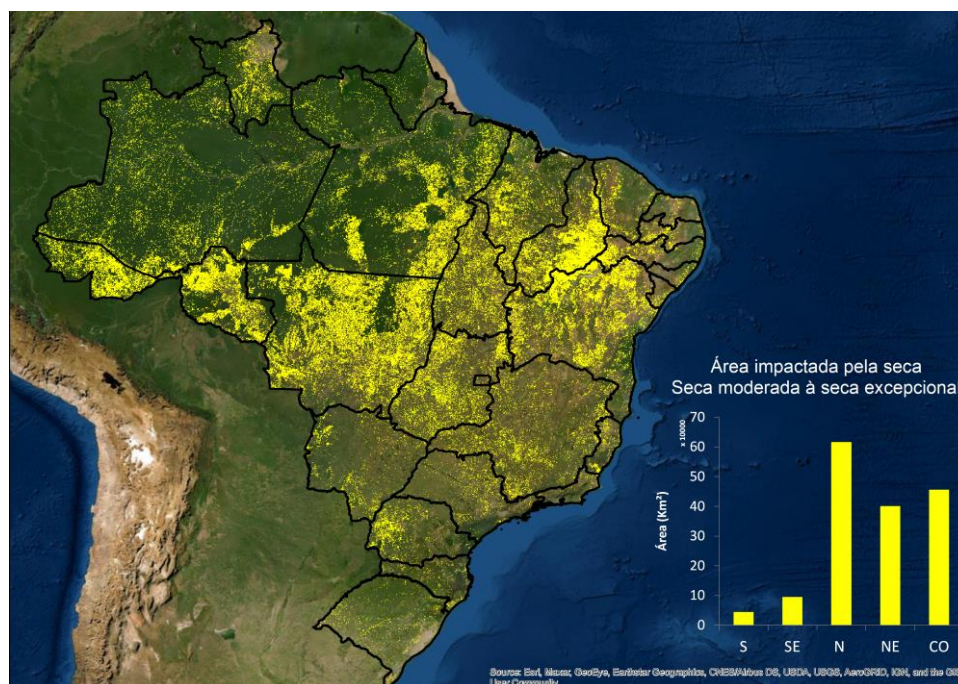


Figura 2 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para 07 de outubro e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).

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, 1.073 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de agosto (Figura 3), um aumento de 238 municípios em relação ao mês de agosto. Desse total, 605 são de municípios que tiveram de 40% a 60% das suas áreas impactadas, sendo destaque os estados da Bahia (87), Minas Gerais (80) e Goiás (75). e Mato Grosso, com 170, 70 e 42 municípios, respectivamente. O estado do Acre continua como o mais afetado, 21 dos 22 municípios foram impactados pela seca, sendo que 17 deles com impacto da seca superior a 60% da área agroprodutiva. Na categoria de área impactada entre 60% a 80%, 348 municípios foram afetados, sendo a maior parte deles na regiões Centro-oeste (107) e Nordeste (111). Por fim, 120 municípios tiveram impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva, e mais de 50% deles (65) foram no estado do Piauí.

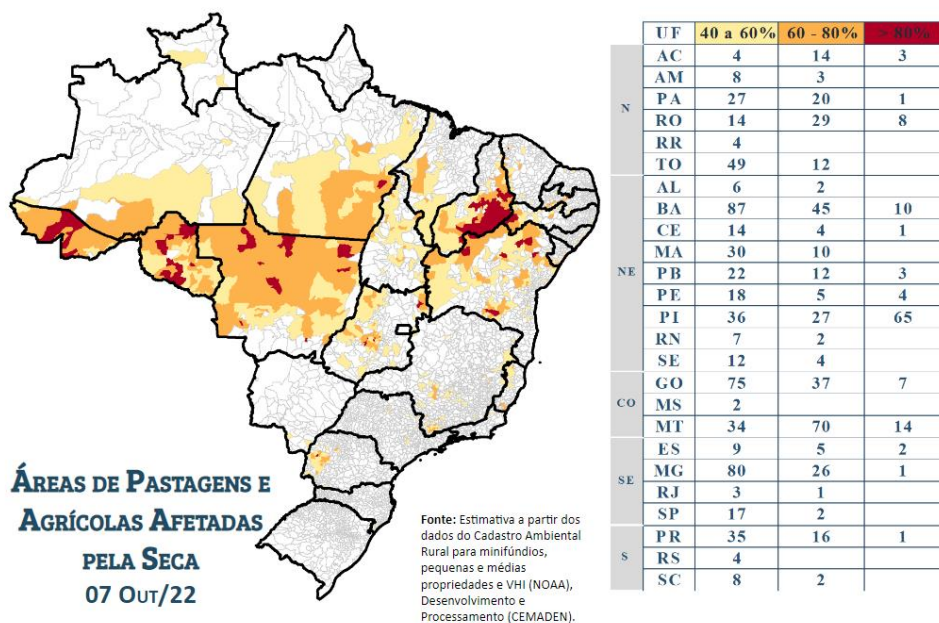


Figura 3 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente a situação em 07 de outubro de 2022 para o Brasil.

REGISTROS DE IMPACTOS

O último boletim da safra 2021/22 elaborado pela Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) em agosto, 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. Em setembro, a primeira estimativa para a safra de grãos 2022/23 é de 312,4 milhões de toneladas.

Neste cenário, de acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), no último dia do mês de setembro, 514 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 6,5% estão concentrados no Nordeste, seguido por 2,5% 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 362 municípios com reconhecimento vigente que, em dados percentuais representam 20,2% do total de municípios da região. Por outro lado, constatou-se as regiões Sudeste e Sul com 138 e 14 municípios totalizando 8,3% e 1,2% 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 42 municípios obtiveram reconhecimento federal para seca e estiagem em setembro. Calcula-se que 266 mil pessoas foram afetadas e os prejuízos na agricultura foram estimados em torno de R\$ 196 milhões de reais e na pecuária R\$ 124 milhões. No estado da Bahia, dentre os oito municípios que obtiveram reconhecimento, os impactos mencionados estão àqueles relacionados à escassez de água

potável, baixa capacidade dos reservatórios, pastagem degradada além da perda estimada de 60% - 80% da produção de subsistência. No Piauí, em seis municípios houve perda de 30% - 45% na agricultura familiar. Também foi mencionado a baixa capacidade dos reservatórios e a mortalidade de animais.

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 variando de fraca a severa. Na bacia do rio Paraná, afluente à UHE Itaipu, o IIS-6 aponta para uma condição variando de normal à seca severa. Ressalta-se que, a porção ao sul da bacia do rio Paraná se encontra numa condição melhor que as regiões de cabeceira, ao norte. Para as sub-bacias das UHEs localizadas na bacia do rio Paraná, como, Emborcação, Itumbiara, Marimbondo, Jurumirim, Nova Ponte e Capivara, o IIS-6 também apresenta condição variando entre normal (em grande parte da sub-bacia de Capivara) e seca severa (na porção leste da sub-bacia de Nova Ponte). Nas bacias localizadas mais ao Sul do país, incluindo as UHEs Segredo, Barra Grande e Passo Real, pode ser observada uma condição variando de normal à fraca, condição similar ao mês anterior.

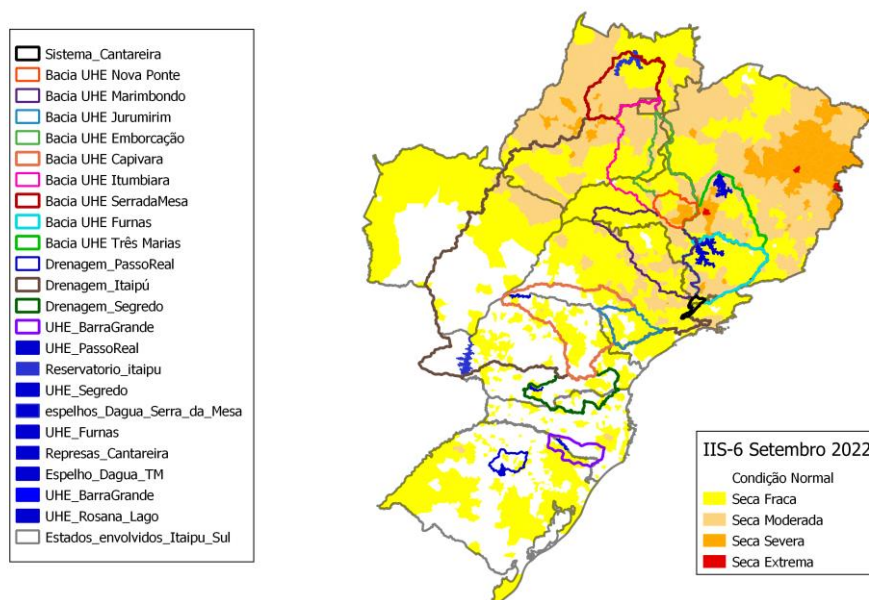


Figura 4 - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de setembro de 2022.

Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que, em setembro, o Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, apresentou condição de seca

hidrológica severa (SSFI-12 = -1.6), uma situação melhor quando comparada ao mês anterior (seca extrema). Ainda em setembro, as bacias das UHEs Serra da Mesa (Centro-Oeste) e Três Marias (Sudeste) apresentaram condição dentro da normalidade (SSFI-12 = 0.4 e 1.0, respectivamente), e a UHE Furnas (Sudeste) em condição de seca hidrológica fraca (SSFI-12 = -0.5). 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 Marimbondo e Capivara apresentam condição de seca hidrológica variando de moderada à extrema (SSFI-12 = -1.1 e -1.7, respectivamente) enquanto Itumbiara uma condição de seca fraca (SSFI-12 = -0.6). Ainda no mês de setembro, 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 dentro da normalidade também foi registrada na UHE Nova Ponte (SSFI-12 = -0.4), o que representa uma situação similar ao mês anterior.

Na Região Sul, a bacia hidrográfica afluyente a Segredo apresenta uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica (SSFI-12 = -0.2), situação melhor quando comparada ao mês anterior (seca fraca). 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 (1.1) e SSFI-12 (0.2), respectivamente. Especial atenção para a UHE Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica Extrema (SSFI-12 = -2.0), porém, uma situação melhor quando comparada ao mês anterior (seca excepcional). Itaipu vem enfrentando condições de seca hidrológica desde dezembro de 2018, com valores de vazões, em alguns momentos, iguais ou inferiores aos mínimos históricos.

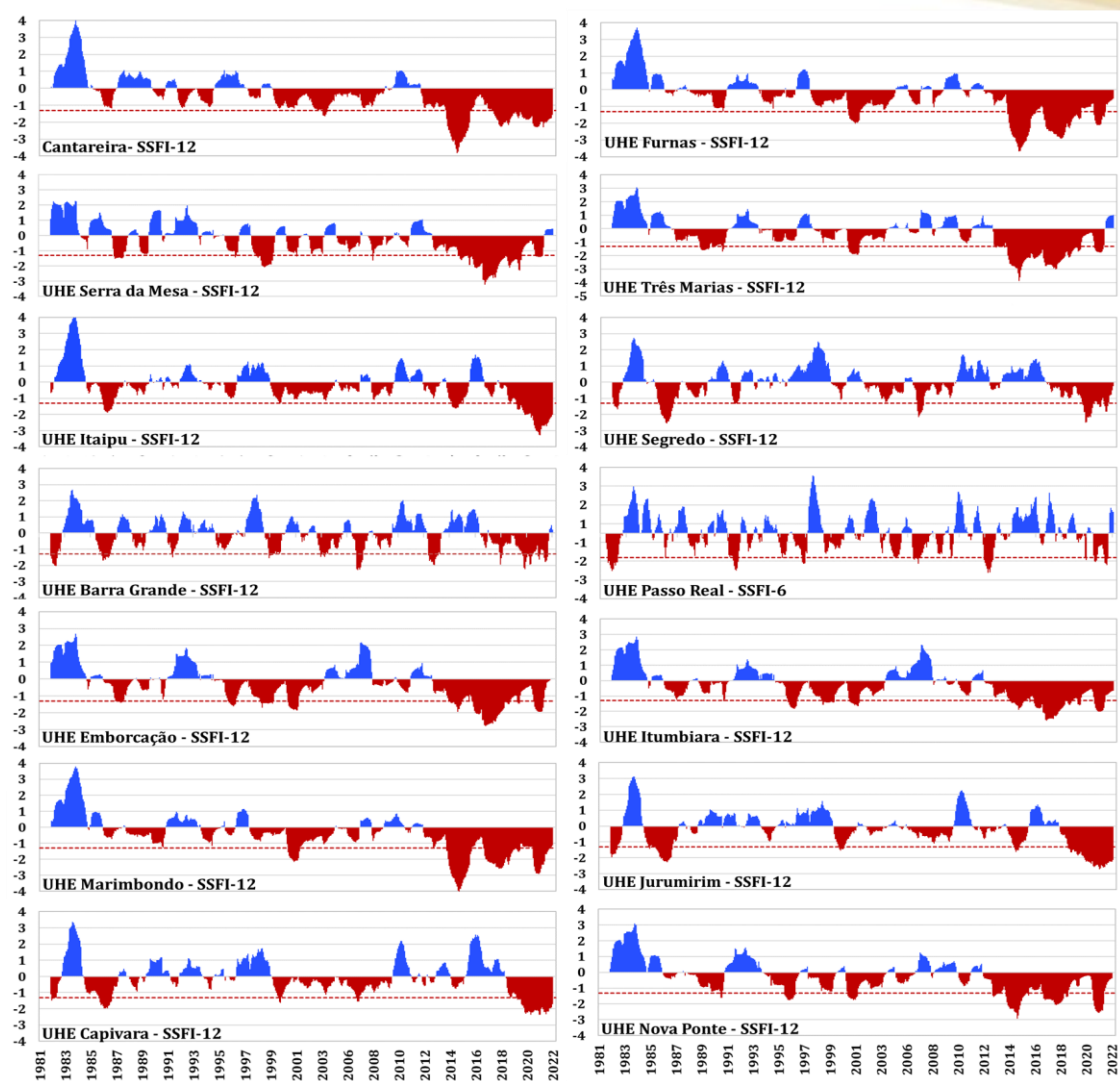


Figura 5 - Índice Padronizado de Vazão (SSFI-12) para as UHEs das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país (exceto UHE Passo Real, que utiliza SSFI-6 uma vez que se trata de uma bacia menor comparada às demais), entre o período de janeiro de 1981 a setembro de 2022.

Em setembro de 2022, a vazão afluente no **Sistema Cantareira** foi 79% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com 32% do volume útil (**faixa de operação “Alerta”**, armazenamento entre 30 e 40%), o que caracteriza redução de 1% em relação ao final do mês anterior e situação pior que no mesmo período pré-crise (40,3%, no final de setembro de 2013). Para o reservatório da **UHE Três Marias**, a vazão natural correspondeu a 82% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 30 de setembro, com 62% de seu volume útil (**faixa de operação “Normal”**, armazenamento entre 60 e 100%), caracterizando uma redução de 9% em relação ao final do mês anterior. Ainda no mês de setembro, a vazão natural registrada no reservatório da **UHE Furnas** correspondeu a 70% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 30 de setembro, foi 60% do volume útil (**faixa de operação “Normal”**, armazenamento entre 56 e 100%), equivalente a uma redução de 6% em relação ao final do mês anterior. No reservatório da **UHE Serra da Mesa** a vazão natural correspondeu a 77% da média do mês de setembro, e o reservatório operou com 58% de seu volume útil (**faixa de operação “Normal”**, armazenamento entre 21 e 100%), representando uma redução de 4% 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 setembro foi abaixo da média, cerca de 79% da média histórica. Na bacia de drenagem da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizada no rio Iguaçu as vazões se mantiveram acima da média histórica do mês, enquanto em Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) muito abaixo da média. Na **UHE Segredo**, a vazão foi equivalente a 45% acima da média do mês, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 100%, o que corresponde a um aumento de 36% em relação ao mês anterior. Em contrapartida, na **UHE Barra Grande** a vazão representou apenas 29% da média do mês, e o nível de armazenamento do reservatório atingiu 66% no final de setembro, equivalente a uma redução de 25% em relação ao final de agosto. Adicionalmente, na **UHE Passo Real**, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão natural registrada manteve-se também abaixo média histórica do período (48%) e o armazenamento sofreu uma redução de 7% em relação ao mês anterior, fechando o mês de setembro com 69% de sua capacidade total.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

Os indicadores oceânicos e atmosféricos avaliados durante o mês de setembro mostram que existe um episódio de La Niña atuando. A previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute* indica que este episódio deva perdurar até o início de 2023, enfraquecendo paulatinamente até lá. É importante recordar que 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 atualizadas a partir das condições em setembro/2022) concordam em prever, durante OND/2022, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. A previsão do modelo do Centro Europeu (ECMWF), iniciada em outubro/2022, aponta que seca nestas regiões também, mais intensa para o Rio Grande do Sul. As previsões subsazonais (3^a - 4^a semana: final de outubro até início de novembro) indicam chuva abaixo da média nos estados da Região Sul.

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.