

NOVEMBRO DE 2022

Ano 06 | Número 54

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



**MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de novembro indica a permanência de condição de seca moderada a severa principalmente no Acre, Mato Grosso, Rondônia e no Rio Grande do Sul. Condição de seca extrema foi observada em municípios localizados entre os estados de Goiás, Mato Grosso e São Paulo.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 879 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de novembro. Destaque para o estado do Rio Grande do Sul que teve 128 municípios com área agroprodutiva impactada pela seca acima de 80%.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, referente ao mês de novembro de 2022, destaca-se, na região Sul do país, a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu, numa condição de seca hidrológica *Extrema* (de acordo com o SSFI). Em novembro, a vazão média em Itaipu foi equivalente a 89% da média histórica. No Sudeste do país destaca-se o Sistema Cantareira, em uma condição de seca hidrológica *Severa*, onde foi registrada vazão afluyente de 80% da média histórica do mês, enquanto o armazenamento nos reservatórios encerrou o mês com 33% do volume útil (faixa de operação "Alerta"). Ainda na Região Sudeste, a UHE Furnas, que se encontra numa seca hidrológica *Fraca*, registrou vazão equivalente a 76% da média do mês, e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 55% do volume útil (faixa de operação "Atenção"). Na UHE Três Marias, também na região Sudeste, que apresenta uma condição *Normal* em relação à seca hidrológica, foi registrado vazão cerca de 69% da média histórica, e o reservatório finalizou o mês com 52% do volume útil (faixa de operação "Atenção"). Na Região Centro-Oeste, a vazão na UHE Serra da Mesa, também classificada numa condição de seca hidrológica *Normal*, foi 96% da média, e o nível de armazenamento do reservatório, no final de novembro, atingiu 54% da capacidade total (faixa de operação "Normal"). Ainda no Sul, na UHE Passo Real, que atualmente apresenta condição de seca hidrológica *Normal*, foi registrada em novembro vazão inferior ao mínimo absoluto mensal (20%) e volume útil de 62%. Nas UHEs Segredo e Barra Grande que também apresentam uma condição de *Normalidade* em relação a seca hidrológica, as vazões também mantiveram-se abaixo da média histórica (93% e 34%, respectivamente) e o volume armazenado finalizou o mês com cerca de 83% e 74% da capacidade total, respectivamente.

Ainda 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 trimestre FMA de 2023, enfraquecendo gradativamente 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 CPTEC/INMET/FUNCEME (iniciando das condições observadas em novembro/2022) preveem, durante DJF/2022-23, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. A previsão do modelo do Centro Europeu (ECMWF), iniciada em novembro/2022, aponta que a potencial seca nestas regiões é mais intensa para o Rio Grande do Sul. Porém o panorama é de uma potencial seca moderada. As previsões subsazonais (3ª - 4ª semana: final de dezembro a início de janeiro) indicam chuva abaixo da média somente no extremo sudoeste da Região Sul.

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 (US) – estes dois últimos estimados por satélite. O IIS de 3 e 6 meses (Figura 1) para o mês de novembro indica a permanência de seca moderada e severa no Rio Grande do Sul, Rondônia, Mato Grosso e no Acre, e de seca severa e extrema em municípios localizados entre os estados de Mato Grosso, Goiás, São Paulo e Minas Gerais.

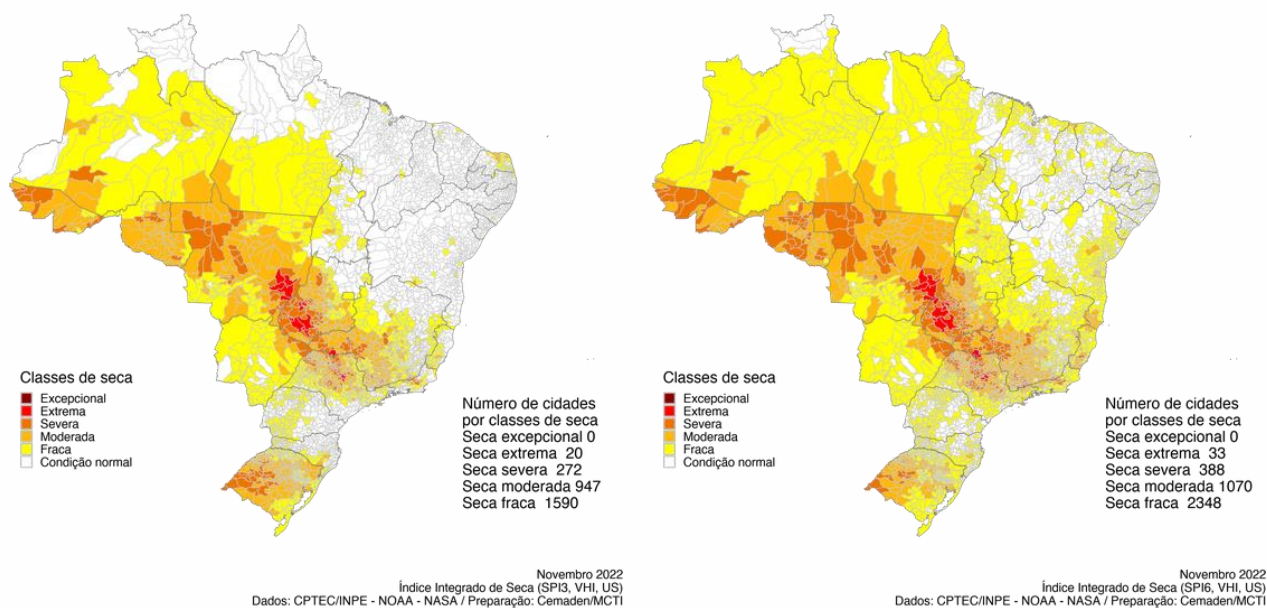


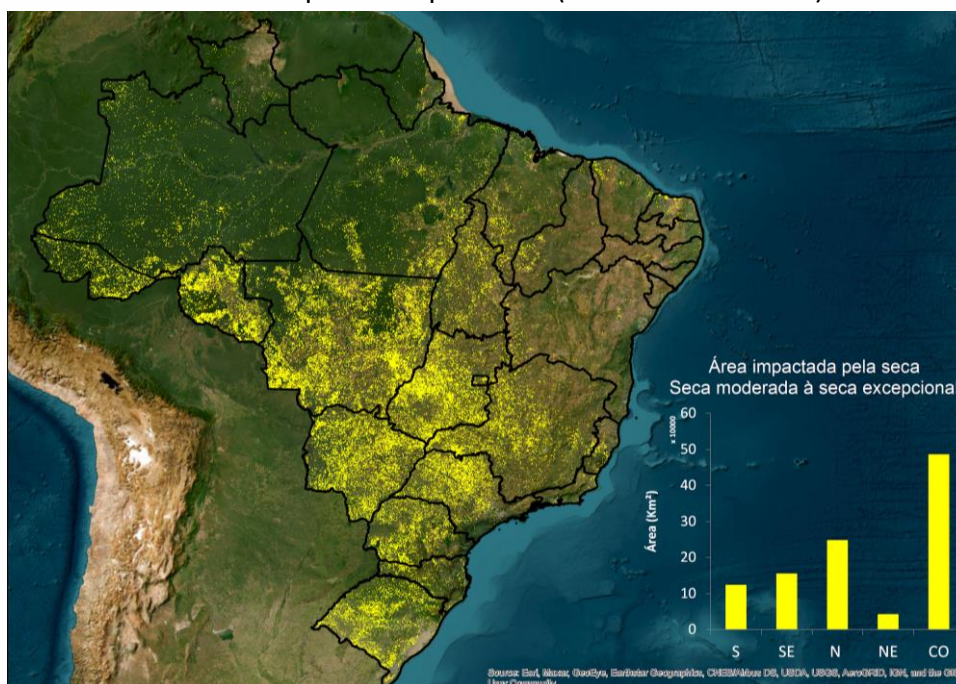
Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de novembro de 2022 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

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 diminuiu para maior parte do Brasil, com exceção da região Sul que foi de 19,5% (112 mil km²) para 21,4% (123 mil km²). Todas as demais regiões tiveram uma redução da área com condição de seca em relação ao mês anterior, outubro. A região Centro-oeste foi de 35,9% (577 mil km²) para 30,2% (485 mil km²), Nordeste de 22,8% (354 mil km²) para 2,7% (41 mil km²), Sudeste de 19,8% (183 mil km²) para 16,7% (154 mil km²), e, por fim, Norte de 10,4 (401 mil km²) para 6,4% (154 mil km²).

Figura 2 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para 02 de dezembro 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, 874 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de novembro (Figura 3), uma redução de 516 municípios em relação ao mês de outubro. Desse total, 357 são de municípios que tiveram de 40% a 60% das suas áreas impactadas, sendo destaque os estados de Minas Gerais (97), São Paulo (75) e Goiás (58). Na categoria de área impactada entre 60% a 80%, 355 municípios foram afetados, sendo a maior parte deles na região Sudeste, 233 municípios, distribuídos principalmente nos estados de Minas Gerais (140) e São Paulo (88). Por fim, 167 municípios tiveram impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva, sendo 128 deles no Rio Grande do Sul.

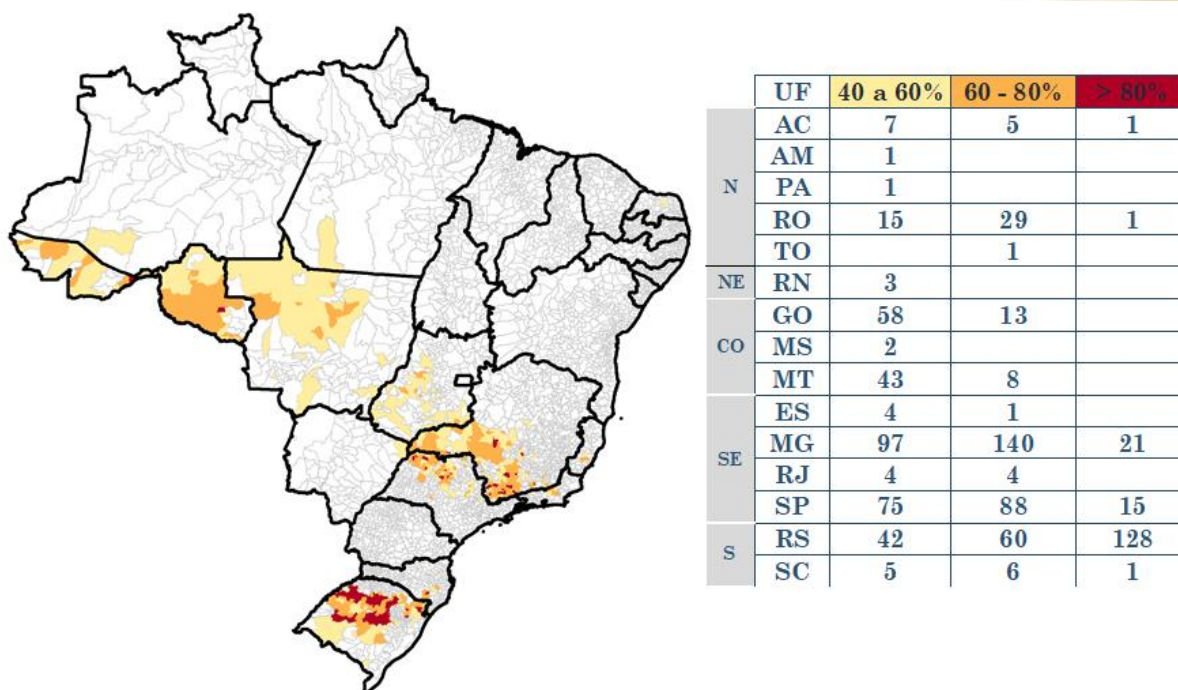


Figura 3 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o IIS-3, referente a situação em novembro de 2022 para o Brasil.

REGISTROS DE IMPACTOS

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), na primeira estimativa de outubro de 2022 para a safra de grãos 2022/23 previa-se uma produção total de 312,4 milhões de toneladas. A estimativa atual indica uma produção de 312,2 milhões de toneladas, comparativamente à primeira estimativa, observa-se uma redução de 0,1%, ou 165.600 mil toneladas. Parte da redução está associada às restrições hídricas aliadas à baixa umidade do solo em parte da Região Centro-Oeste e no Matopiba.

Neste cenário, de acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), na primeira semana de dezembro, 381 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 6,8% dos municípios brasileiros com reconhecimento vigente, na qual 4,9% estão concentrados no Nordeste, seguido por 1,8% no Sudeste e 0,1% no Norte. Não houve registro de reconhecimento no Centro-Oeste e no Sul.

Em termos de região, o Nordeste do país apresentou 273 municípios com reconhecimento vigente que, em dados percentuais representam 15,2% do total de municípios da região. Por outro lado, constatou-se a região Sudeste com 101 ou 6,1% dos totais de municípios e no Norte 0,1%, ou 5 municípios com reconhecimento vigente. 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 184 municípios obtiveram reconhecimento federal para seca e estiagem em outubro. Calcula-se que 1,92 milhões de pessoas foram afetadas e os prejuízos na agricultura foram estimados em torno de R\$ 680 milhões e na pecuária R\$ 742 milhões de reais.

Conforme a Conab, em Mato Grosso as áreas produtoras de arroz e feijão-caupi foram prejudicadas devido à escassez de chuva no estado. O estresse hídrico também afetou a plantação de soja em várias regiões, sendo necessário o replantio dos cultivos mais atingidos. Já no estado de Goiás, aproximadamente 2% das lavouras de feijão cores estão em condições ruins devido à estiagem e o aumento da temperatura. A estiagem também impactou a soja, onde o processo de plantio foi suspenso e 10% das lavouras estão em condições ruins.

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 a bacia afluyente ao reservatório da UHE Serra da Mesa (Centro-Oeste), bem como o Sistema Cantareira (Sudeste) apresentaram, em novembro, uma situação de seca variando de fraca a moderada. Ainda no Sudeste, as bacias afluentes das UHEs Três Marias e Furnas, de acordo com o IIS-6, encontram-se classificadas numa condição de seca mais crítica, variando entre fraca a severa. Na bacia do rio Paraná, afluyente à UHE Itaipu, o IIS-6 aponta para uma condição variando de normal à seca extrema. Ressalta-se que, a porção ao sul da bacia do rio Paraná se encontra numa condição melhor comparativamente às regiões de cabeceira, ao norte. Nas sub-bacias das UHEs localizadas na bacia do rio Paraná, como, Emborcação, Itumbiara, Marimondo, Jurumirim, Nova Ponte e Capivara, o IIS-6 também indica condição variando entre normal e seca extrema. Nas bacias localizadas mais ao Sul do país, incluindo as UHEs Segredo e Barra Grande, pode ser observada uma condição variando de normal a fraca, condição similar ao mês anterior. Já em Passo Real, também no Sul, observa-se uma condição de seca moderada, situação pior comparativamente ao mês anterior.

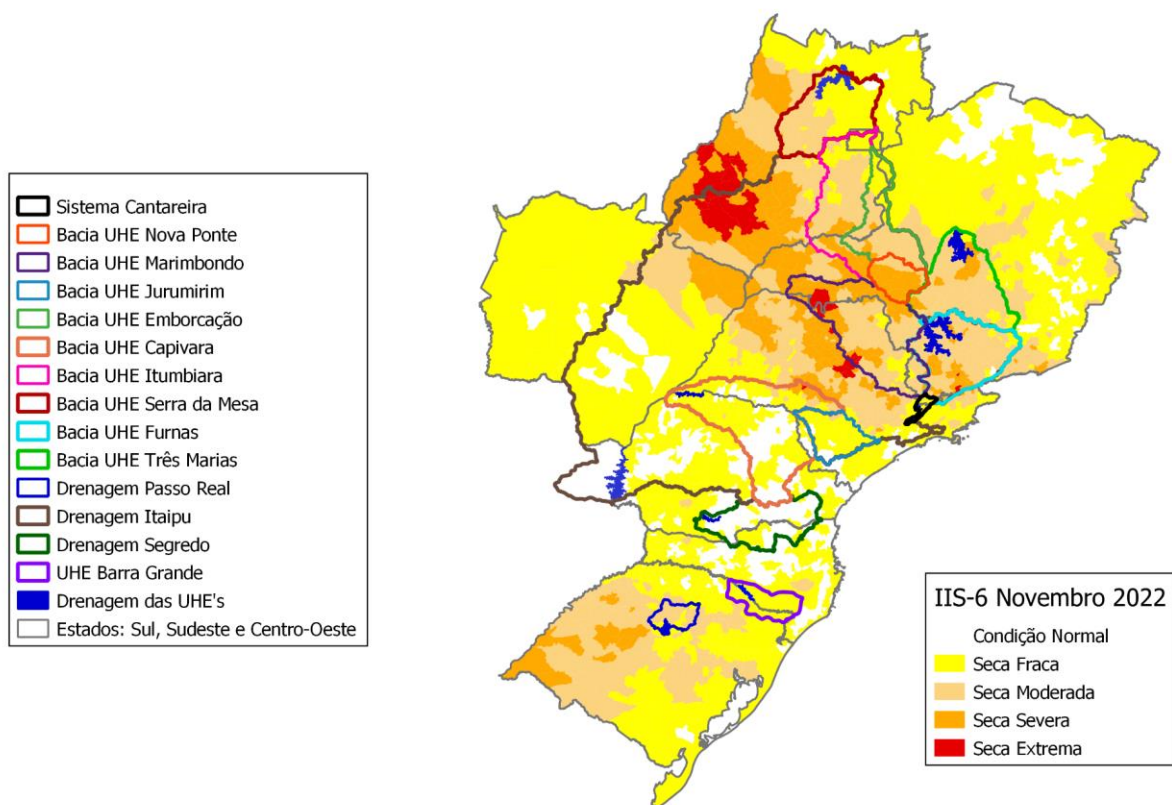


Figura 4 - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de novembro de 2022.

Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que, em novembro, o Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, apresentou condição de seca hidrológica severa (SSFI-12 = -1.5), situação similar quando comparada ao mês anterior. Ainda em novembro, as bacias das UHEs Serra da Mesa (Centro-Oeste) e Três Marias (Sudeste) apresentaram condição dentro da normalidade (SSFI-12 = 0.4 e 0.9, 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 a 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 extrema (SSFI-12 = -1.9), situação melhor similar ao mês anterior. As bacias afluentes às UHEs Marimbondo e Capivara apresentam condição de seca hidrológica variando de moderada à severa (SSFI-12 = -1.2 e -1.3, respectivamente) enquanto Itumbiara uma condição de seca fraca (SSFI-12 = -0.7). Ainda no mês de novembro, destaque para as bacias afluentes às UHEs Emborcação e Nova Ponte, em uma condição de seca hidrológica normal (SSFI-12 = 0.0 e -0.4, respectivamente), situação similar ao mês anterior.

Na Região Sul, a bacia hidrográfica afluenta à UHE Segredo apresenta uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica (SSFI-12 = 0.1), situação similar quando comparada ao mês anterior. Condição de normalidade também nas UHEs Passo Real e Barra Grande, de acordo com SSFI-6 (0.3) e SSFI-12 (0.2), respectivamente. Especial atenção para a UHE Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica Extrema (SSFI-12 = -1.7), situação similar quando comparada ao mês anterior. Itaipu vem enfrentando condições de seca hidrológica desde dezembro de 2018, com valores de vazões, em alguns momentos, iguais ou inferiores aos mínimos históricos.

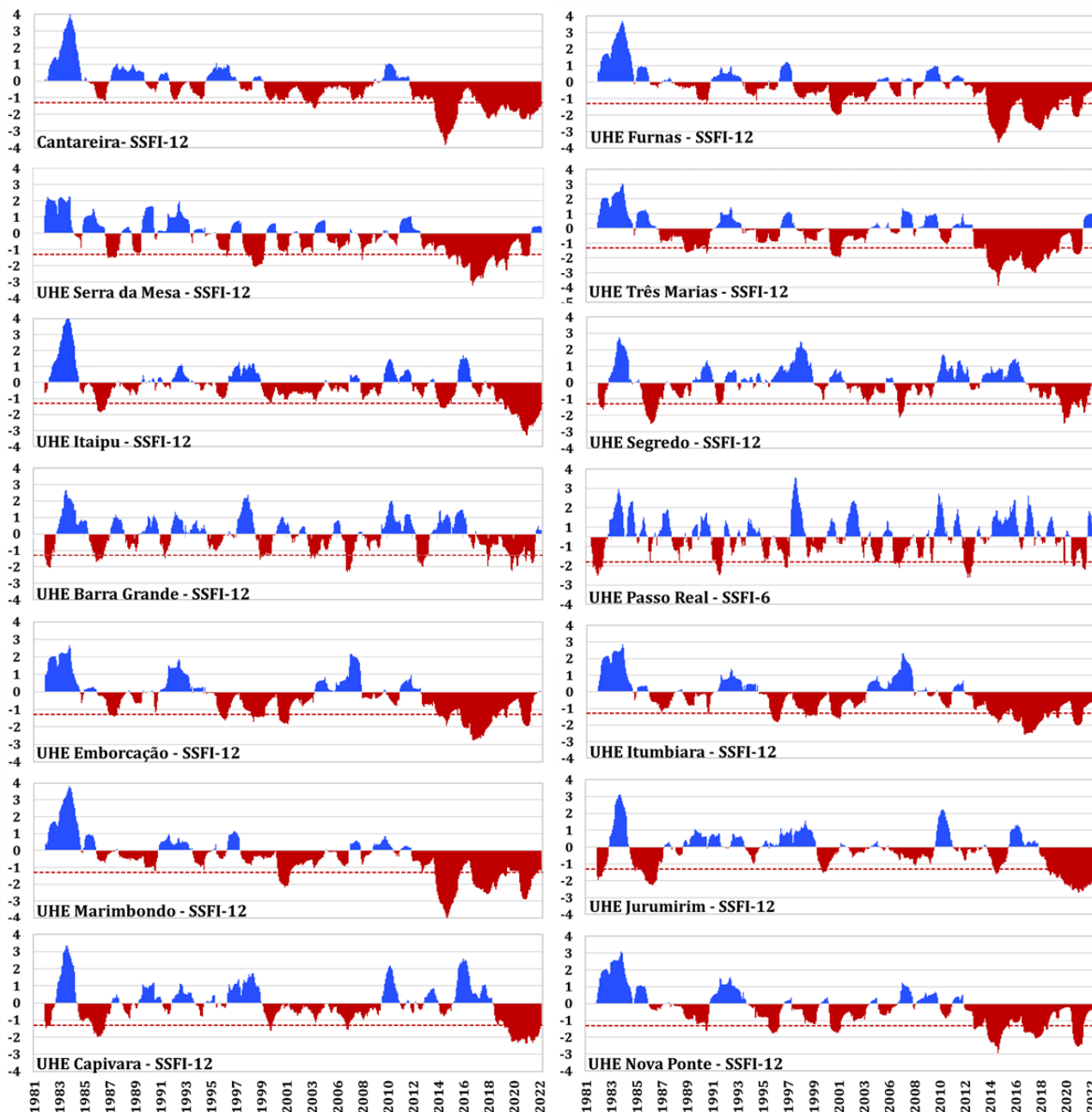


Figura 5 - Índice Padronizado de Vazão (SSFI-12) para as UHEs das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país (exceto UHE Passo Real, que utiliza SSFI-6 uma vez que se trata de uma bacia menor comparada às demais), entre o período de janeiro de 1981 a novembro de 2022.

Em novembro de 2022, a vazão afluenta no **Sistema Cantareira** foi 80% 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 atual volume armazenado no Sistema Cantareira caracteriza um aumento de 1% em relação ao final do mês anterior e uma situação melhor que no mesmo período do ano de 2021 (26%). Para o reservatório da **UHE Três Marias**, a vazão natural correspondeu a 69% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 30 de novembro, com 52% de seu volume útil (**faixa de operação “Atenção”**, armazenamento entre 30 e 60%), caracterizando uma redução de 1% em relação ao final do mês anterior. Ainda no mês de novembro, a vazão natural registrada no reservatório da **UHE Furnas** correspondeu a 76% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 30 de novembro, foi 55% do volume útil (**faixa de operação “Atenção”**, armazenamento entre 0 e 55%), equivalente a uma redução de 4% em relação ao final do mês anterior. No reservatório da **UHE Serra da Mesa** a vazão natural correspondeu a 96% da média do mês de novembro, e o reservatório operou, no final do mês, com 54% de seu volume útil (**faixa de operação “Normal”**, armazenamento entre 21 e 100%), representando uma redução de 1% 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 novembro foi cerca de 89% da média histórica. Ressalta-se que Itaipu vinha apresentando vazões abaixo da média histórica, desde dezembro de 2018, porém, em outubro de 2022 registrou valor de 24% superior à média histórica. No entanto, neste mês, novamente voltou a registrar valores inferiores à média do período.

Nas bacias de drenagem das UHEs **Segredo** ou Gov. Ney Aminthas de Barros Braga, localizada no rio Iguçu (entre os estados de PR e SC); **Barra Grande**, localizada no rio Uruguai (entre os estados de SC e RS); e **Passo Real**, localizada no Rio Jacuí (no estado do RS), as vazões naturais registradas mantiveram-se abaixo da média histórica do período, com valores respectivos de 93%, 34% e 20%. Destaque para a UHE Passo Real onde foi registrado um novo recorde de vazão mínima absoluta para o mês de novembro. Anteriormente o mínimo absoluto para o mês de novembro havia ocorrido no ano de 2020, com vazão média de 22% em relação a média do período. Com relação ao volume armazenado nos reservatórios das UHEs Segredo, Barra Grande e Passo Real, foi registrada uma queda em relação ao mês anterior, fechando o mês de novembro com 83%, 74% e 62%, respectivamente.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

Os indicadores oceânicos e atmosféricos avaliados durante o mês de novembro mostram que ainda 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 trimestre FMA de 2023, enfraquecendo gradativamente 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 CPTEC/INMET/FUNCEME (iniciando das condições observadas em novembro/2022) preveem, durante DJF/2022-23, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. A previsão do modelo do Centro Europeu (ECMWF), iniciada em novembro/2022, aponta que a potencial seca nestas regiões é mais intensa para o Rio Grande do Sul. Porém o panorama é de uma potencial seca moderada. As previsões subsazonais (3ª - 4ª semana: final de

dezembro a início de janeiro) indicam chuva abaixo da média somente no extremo sudoeste 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.