



**BOLETIM
MENSAL**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Centro Nacional de Monitoramento e
Alertas de Desastres Naturais - Cemaden

FEVEREIRO 2023

Ano 04 | Número 56



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

BOLETIM - JANEIRO 2023

Ano 04 | Número 56

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 Colaboradores

Adriana Cuartas

Alan Pimentel

Aliana Maciel

Christopher Cunningham

Elisângela Broedel

João Garcia

Jerusa Peixoto

Lidiane Costa

Márcia Guedes

Regina Alvalá

Cemaden - Localização/ Contato

Estrada Doutor Altino Bondensan, 500

Distrito de Eugênio de Melo, São José dos Campos/SP

Tel: +55 (12) 3205-0200 | Tel: +55 (12) 3205-0201

Equipe Secas

secas@cemaden.gov.br

www.gov.br/cemaden



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de janeiro indica a permanência de condição de seca moderada a severa principalmente no Acre, norte do Mato Grosso, sul do Amazonas e do Pará, oeste de Tocantins e em Rondônia. A situação de seca permanece mais crítica no Rio Grande do Sul, onde 4 municípios apresentaram condição de seca excepcional (Itacurubi, Manoel Viana, Nova Esperança do Sul e Unistalda), e, outros 111 municípios condição de seca extrema.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 684 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de dezembro. Destaque para o estado do Rio Grande do Sul que teve 445 municípios com área agroprodutiva impactada pela seca acima de 80%.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, referente ao mês de janeiro de 2023, destaca-se, na região Sudeste do país, o Sistema Cantareira, em uma condição de seca hidrológica moderada (de acordo com o SSFI), onde foi registrada vazão afluente de 89% da média histórica do mês, enquanto o armazenamento nos reservatórios encerrou o mês com 52% do volume útil (faixa de operação “Atenção”). Ainda na região Sudeste, a usina hidrelétrica (UHE) Furnas que se encontra numa condição de normalidade, em relação a seca hidrológica, registrou vazão equivalente a 178% da média do mês, e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 94% do volume útil (faixa de operação “Normal”). Na UHE Três Marias, também na região Sudeste, que atualmente também apresenta uma condição de normalidade, foi registrado vazão de 164% da média histórica, e o reservatório finalizou o mês com 83% do volume útil (faixa de operação “Normal”). Na Região Centro-Oeste, a vazão na UHE Serra da Mesa, classificada numa condição normal em relação a seca hidrológica, foi 117% da média histórica, e o nível de armazenamento do reservatório, no final de janeiro, atingiu 68% da capacidade total (faixa de operação “Normal”). Ressalta-se que em todas essas áreas, devido às precipitações abundantes no mês de janeiro, foi registrada uma elevação no volume armazenado nos reservatórios, comparativamente ao mês anterior. Na região Sul do país, destaca-se a UHE Itaipu, numa condição de seca hidrológica severa. Em janeiro, a vazão média em Itaipu sofreu uma elevação significativa, com valor equivalente a 104% da média histórica. Ainda no Sul, na UHE Passo Real, que atualmente apresenta condição de seca hidrológica excepcional, foi registrada, em janeiro, vazão média inferior ao mínimo absoluto mensal (13%), e o armazenamento no reservatório finalizou o mês com 52% da capacidade total. Nas UHEs Segredo e Barra Grande que apresentam uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica, as vazões se mantiveram acima e abaixo da média histórica (104% e 65%, respectivamente), e o volume armazenado finalizou o mês com cerca de 93% e 95% da capacidade total, respectivamente.

A La Niña segue o seu curso de enfraquecimento, de forma mais evidente no oceano (i.e., aquecimento das Temperaturas da Superfície do Mar) que na atmosfera. Desta forma, o aviso de um estado de La Niña segue em vigência. É importante lembrar que a La Niña atua no sentido de aumentar a chance de déficit de chuva na Região Sul e no Brasil-Central e de fato, o Rio Grande do Sul vem sofrendo com as secas extremas e até excepcionais. A previsão por consenso entre o Climate Prediction Center e o International Research

Institute indica que durante o trimestre FMA/2023 deva ocorrer a transição para um estado neutro. É importante recordar que existe uma maior incerteza nas previsões sobre a evolução do fenômeno ENOS nesta época do ano (verão/primavera austral). As previsões multi-modelo de chuva do International Research Institute (IRI-EUA) e da Organização Meteorológica Mundial (WMO/ONU) indicam maiores chances para chuvas abaixo da média nos estados da Região Sul e Sudeste durante o período FMA/2023. As previsões subsazonais consultadas (IRI, CFS-NOAA e ECMWF) indicam majoritariamente, para o final de fevereiro e início de março (3a - 4a semana, a partir de agora), maiores chances para chuva abaixo da média no extremo sul do Rio Grande do 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 Umidade do Solo (US) – estes dois últimos estimados por satélite. O IIS de 3 e 6 meses (Figura 1) para o mês de janeiro indica a permanência de condição de seca moderada a severa principalmente no Acre, norte do Mato Grosso, sul do Amazonas e do Pará, oeste de Tocantins e em Rondônia. A situação de seca permanece mais crítica no Rio Grande do Sul, onde 4 municípios apresentaram condição de seca excepcional (Itacurubi, Manoel Viana, Nova Esperança do Sul e Unistalda), 111 municípios condição de seca extrema (22%) e 247, condição de seca severa (50%).

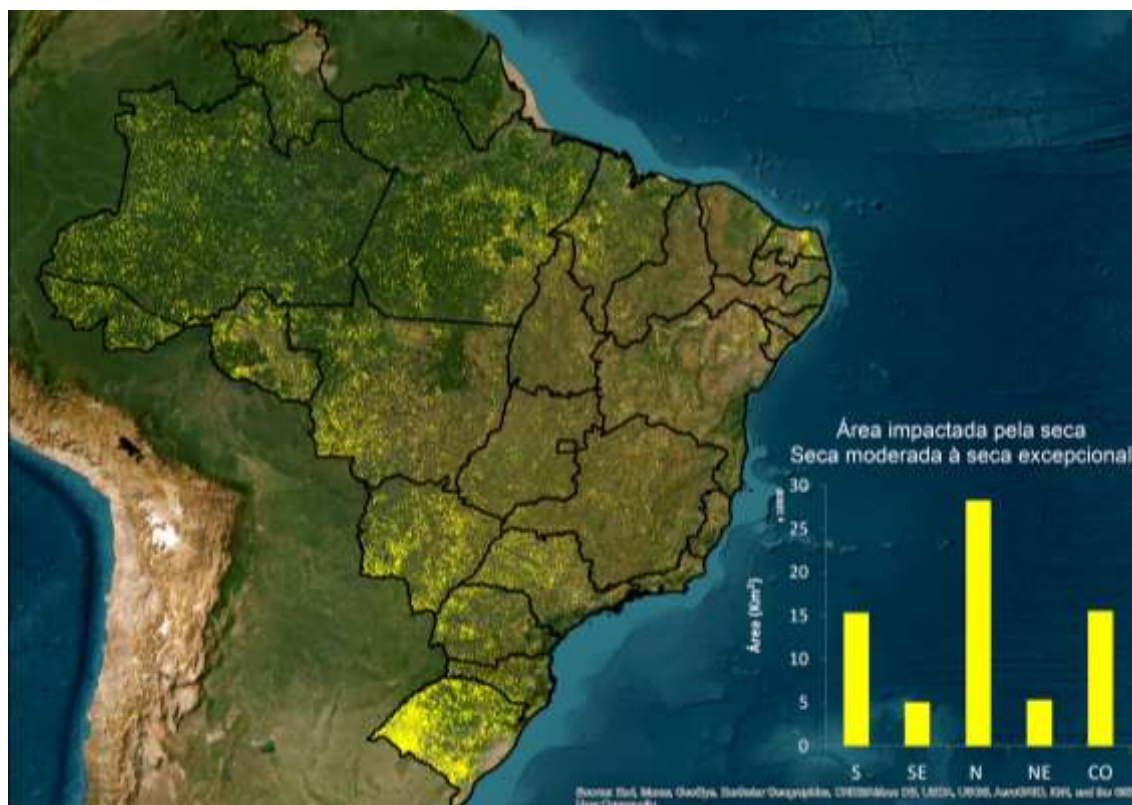
Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de janeiro de 2023 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

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 as regiões Sudeste, Centro-oeste e Nordeste e aumentou para as demais. À região Centro-oeste teve a maior redução da área com condição de estresse hídrico, foi de 12,9% (207 mil km²) para 9,7% (155 mil km²), seguida da região Sudeste que foi de 8,2% (75 mil km²) para 5,4% (50 mil km²), e por fim, a região Nordeste, que foi de 4,5% (69 mil km²) para 3,4% (52 mil km²). Por outro lado, as regiões Sul e Norte, tiveram as áreas com condição de estresse hídrico aumentadas, de 23,3% (134 mil km²) e 6,1% (234 mil km²), para 26,5% (153 mil km²) e 7,3% (282 mil km²).

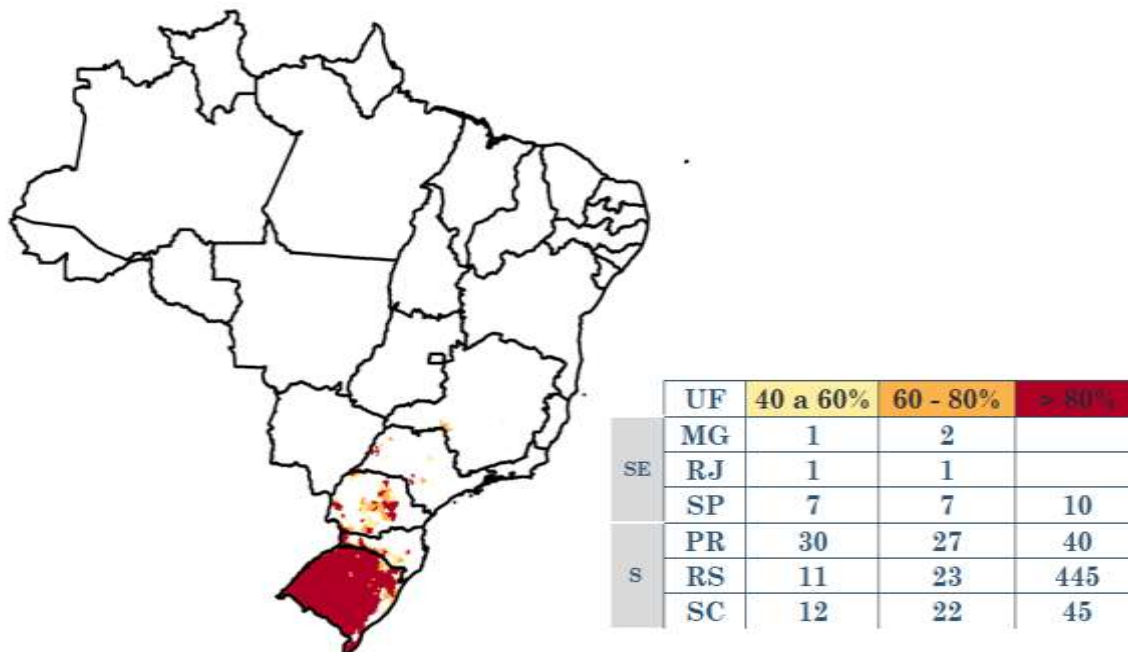
Figura 2 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para 28 de janeiro e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).



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, 684 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de janeiro (Figura 3), um aumento de 147 municípios em relação ao mês de dezembro. Desse total, 62 são de municípios que tiveram de 40% a 60% das suas áreas impactadas, sendo o destaque para os estados do Paraná (30) e Rio Grande do Sul (11). Na categoria de área impactada entre 60% a 80%, 82 municípios foram afetados, sendo a maior parte deles nos estados da Região Sul. Por fim, 540 municípios tiveram o impacto da seca em mais de 80% da área agroprodutiva, sendo 445 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 janeiro de 2023 para o Brasil.



MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: RECURSOS HÍDRICOS

Monitoramento da Seca Hidrológica – Reservatórios para abastecimento público de água e para geração de energia hidrelétrica (UHE)

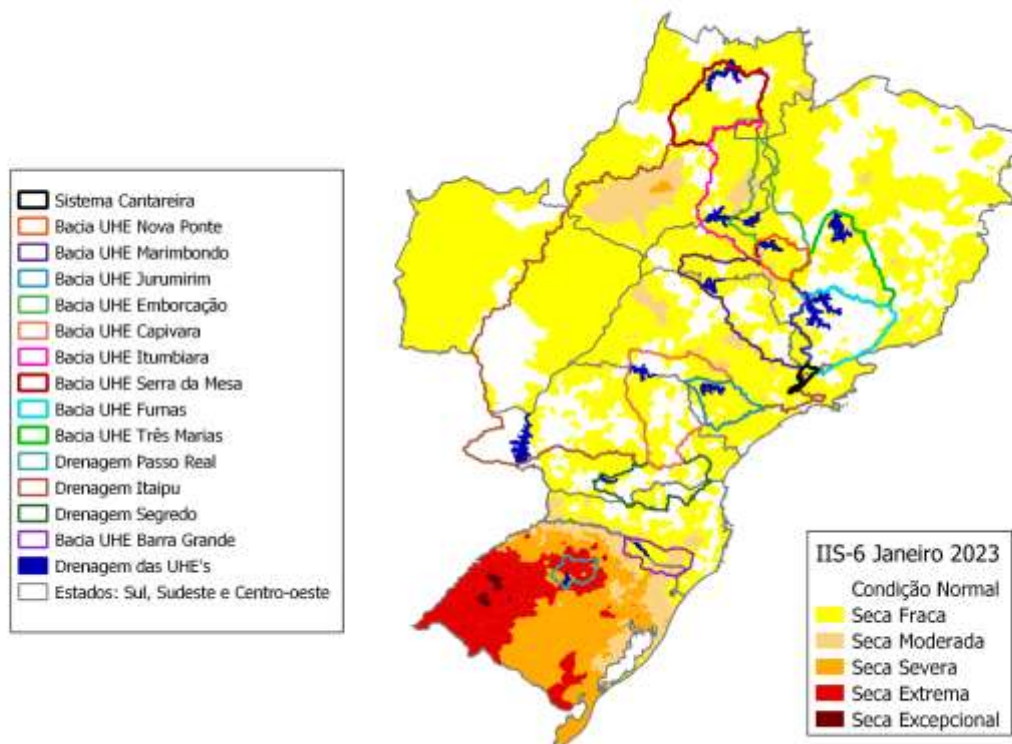
De acordo com o IIS-6 (Figura 5), as bacias afluentes aos reservatórios das UHEs Serra da Mesa (Centro-Oeste), Três Marias e Furnas (ambas no Sudeste) apresentaram, em janeiro de 2023, uma condição variando de normal a seca fraca. Ressalta-se que a condição atual de tais bacias é melhor comparada ao mês anterior, principalmente na região sudeste. Ainda no Sudeste, o Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, de acordo com o IIS-6, encontra-se classificado numa condição de seca fraca (à exceção do extremo nordeste da região, que apresenta normalidade), condição semelhante à do mês anterior.

Na bacia do rio Paraná, afluente à UHE Itaipu, o IIS-6 aponta uma condição variando de normal à seca moderada (exceto em uma área pontual no noroeste da região), situação melhor em relação ao mês anterior. 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, Marimbondo, Jurumirim, Nova Ponte e Capivara, o IIS-6 indica condição variando entre normal e seca moderada. Também configurando assim, uma situação melhor que no mês anterior.

Nas bacias localizadas mais ao Sul do país, incluindo as UHEs Segredo e Barra Grande, pode ser observada uma condição variando de normal a seca moderada, semelhante ao mês anterior. Já em Passo Real, também no Sul, foi registrada uma intensificação da seca, atualmente essa área encontra-se classificada numa condição de seca variando de severa à extrema.

Figura 4 - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de janeiro de 2023.



Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

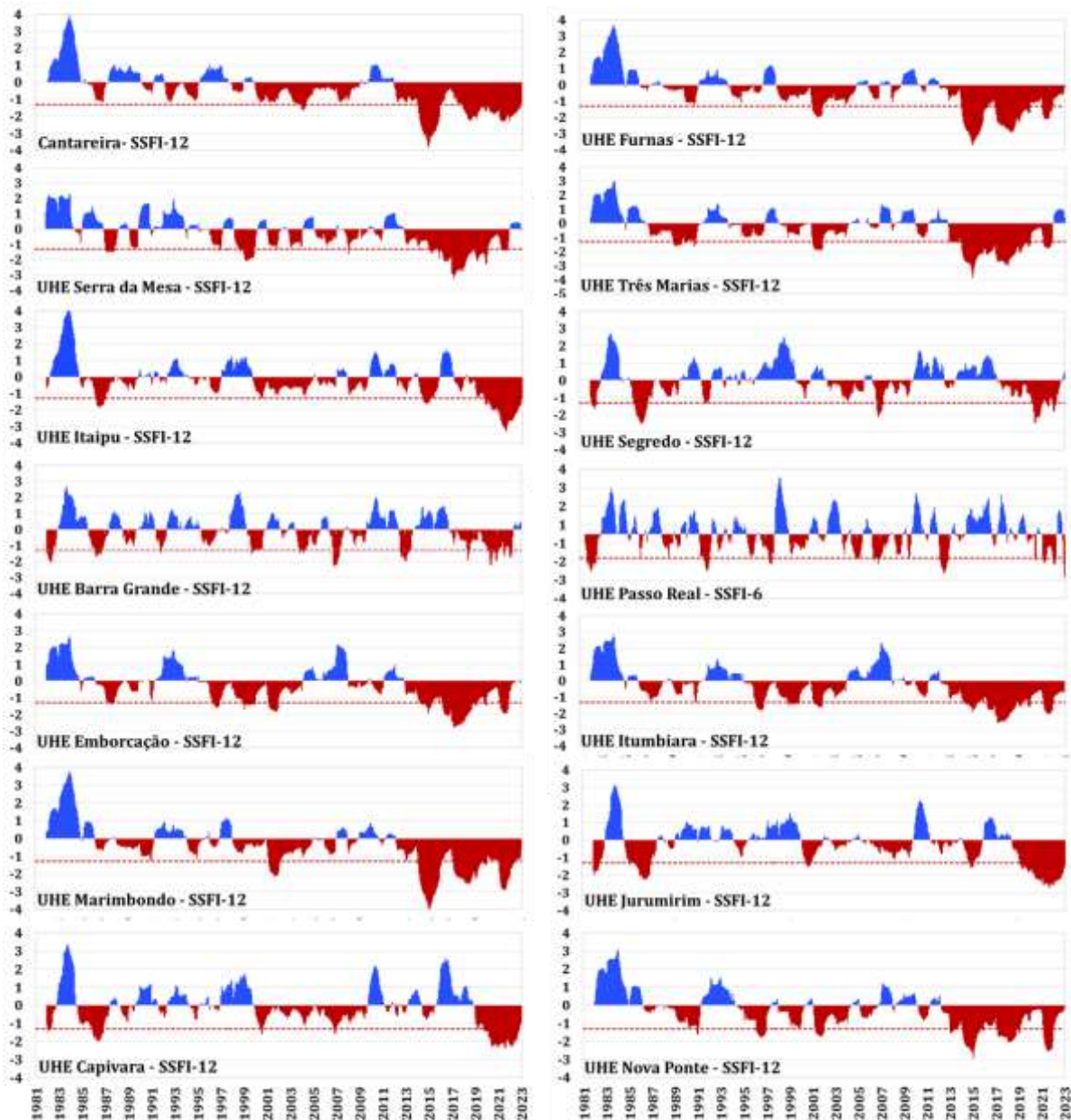
Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que, janeiro de 2023, o Sistema Cantareira apresentou condição de seca hidrológica Moderada (SSFI-12 = -1.2), situação melhor quando comparada ao mês anterior. Ainda em janeiro, as bacias afluentes às UHEs Serra da Mesa (Centro-Oeste), Três Marias e Furnas (ambas no Sudeste) apresentaram condição dentro da normalidade (SSFI-12 = -0.1, 0.4 e -0.2, respectivamente). Serra da Mesa e Três Marias mantiveram-se estáveis, ao passo que, em Furnas foi registrado uma desintensificação da

seca, comparativamente ao mês anterior. 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 abundantes que ocorreram durante a estação chuvosa 2021/2022, bem como 2022/2023, contribuíram na melhoria das condições hidrológicas destas três bacias.

Na bacia do rio Paraná, a sub-bacia afluente à UHE Jurumirim encontra-se numa condição de seca hidrológica severa ($SSFI-12 = -1.5$), situação melhor do que no mês anterior. A sub-bacia afluente à UHE Capivara apresentou, assim como no mês anterior, condição de seca hidrológica moderada ($SSFI-12 = -1.0$), enquanto nas sub-bacias afluentes às UHEs Itumbiara e Marimbondo foi registrada condição de seca hidrológica fraca ($SSFI-12 = -0.7$ e 0.6 , respectivamente). Ressalta-se que em Marimbondo, assim como Jurumirim houve uma desintensificação da seca hidrológica em relação ao mês anterior, ao passo que em Itumbiara a situação se manteve estável. Ainda na bacia do rio Paraná, destaque para as sub-bacias afluentes às UHEs Emborcação e Nova Ponte, em uma condição de normalidade ($SSFI-12 = -0.1$ e -0.2 , respectivamente), situação similar ao mês anterior.

Na Região Sul do país, as bacias hidrográficas afluentes às UHEs Segredo e Barra Grande apresentaram uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica ($SSFI-12 = 0.5$ e $SSFI-12 = 0.5$, respectivamente), situação similar quando comparada ao mês anterior. Entretanto, na bacia afluente à UHE Passo Real houve uma intensificação da condição de seca hidrológica, passando de uma condição extrema para excepcional ($SSFI-6 = -2.3$). Na bacia afluente à UHE Itaipu foi registrado, em janeiro, uma desintensificação da condição de seca hidrológica em relação ao mês anterior, atualmente classificada numa condição severa ($SSFI-12 = -1.4$).

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 janeiro de 2023.



Em janeiro de 2023, a vazão afluente no Sistema Cantareira foi 89% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com, aproximadamente, 52% do volume útil (faixa de operação “Atenção”, armazenamento entre 40 e 60%). O atual volume armazenado no Sistema Cantareira caracteriza um aumento de 10% em relação ao final do mês anterior e uma situação melhor que no mesmo período do ano de 2022 (34%). Na bacia hidrográfica da reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural correspondeu a 164% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 31 de janeiro, com 83% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 60 e 100%), caracterizando um

aumento de 20% em relação ao final do mês anterior. Ainda no mês de janeiro, a vazão natural registrada na UHE Furnas correspondeu a 178% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de janeiro, foi 94% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 56 e 100%), equivalente a um aumento de 28% em relação ao final do mês anterior; e uma situação melhor comparativamente ao mesmo período de 2022 (56%). Ressalta-se que, na UHE Furnas ocorreu vertimento de água no mês de janeiro, o que não era mais observado desde o ano de 2012. Na bacia hidrográfica da UHE Serra da Mesa a vazão natural correspondeu a 117% da média do mês de janeiro, e o reservatório operou, no final do mês, com 68% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 21 e 100%), representando um aumento de 8% 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 janeiro foi 4% acima da média histórica, configurando um aumento significativo em relação ao mês anterior. Além disso, no dia 14 de janeiro ocorreu a abertura do vertedouro em Itaipu, devido ao aumento do nível do reservatório causado pelas chuvas acima da média do mês de janeiro. Ressalta-se que a bacia afluenta a UHE Itaipu, à exceção de outubro de 2022, vinha apresentando vazões abaixo da média histórica, desde dezembro de 2018, com valores, em determinados momentos, iguais ou próximos aos mínimos absolutos mensais.

Nas bacias de drenagem das UHEs Segredo ou Gov. Ney Aminthas de Barros Braga, localizada no rio Iguaçu (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 acima e abaixo da média histórica do período, com valores respectivos de 104%, 65% e 13%. Destaque para a UHE Passo Real onde foi registrado, assim como nos dois meses anteriores, um novo recorde de vazão mínima absoluta para o mês de janeiro. Anteriormente o mínimo absoluto para o mês de janeiro havia ocorrido no ano de 2022, com vazão média de 21% em relação a média do período. Com relação ao volume armazenado, nos reservatórios das UHEs Segredo e Barra Grande foi registrado um pequeno aumento em relação ao mês anterior, fechando o mês de janeiro com 93% e 95% da capacidade total, respectivamente. No reservatório da UHE Passo Real, entretanto, houve uma queda no volume armazenado, com valor de 52% da capacidade total, no dia 31 de janeiro.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

A La Niña segue o seu curso de enfraquecimento, de forma mais evidente no oceano (i.e., aquecimento das Temperaturas da Superfície do Mar) que na atmosfera. Desta forma, o aviso de um estado de La Niña segue em vigência. É importante lembrar que a La Niña atua no sentido de *umentar a chance de déficit de chuva* na Região Sul e no Brasil-Central. De

fato, o estado do Rio Grande do Sul vem sofrendo com as secas extremas e até excepcionais. A previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute* indica que durante o trimestre FMA/2023 deva ocorrer a transição para um estado neutro. É importante recordar que existe uma maior incerteza nas previsões sobre a evolução do fenômeno ENOS nesta época do ano (verão/primavera austral). As previsões multi-modelo de chuva do International Research Institute (IRI-EUA) e da Organização Meteorológica Mundial (WMO) indicam maiores chances para chuvas abaixo da média nos estados da Região Sul e Sudeste durante o período FMA/2023. As previsões subsazonais consultadas (IRI, CFS e ECMWF) indicam majoritariamente para o final de fevereiro e início de março (3^a - 4^a semana, a partir de agora) maiores chances para chuva abaixo da média no extremo sul do Rio Grande do 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. 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.

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.

CEMADEN

Centro Nacional de Monitoramento e
Alertas de Desastres Naturais



Inundação



Enxurrada



Secas



Incêndios
Florestais



Movimento de
Massa



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

