



**BOLETIM
MENSAL**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Centro Nacional de Monitoramento e
Alertas de Desastres Naturais - Cemaden

FEVEREIRO 2024

Ano 05 | Número 69



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

BOLETIM - FEVEREIRO 2024

Ano 05 | Número 69

Diretora Substituta do Cemaden

Regina Célia dos Santos Alvalá

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

Larissa Antunes

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

SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS3 e 6) referente ao mês de fevereiro mostra condições de seca severa e extrema em municípios localizados entre os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais. É importante destacar que 653 municípios do Brasil estão classificados com seca severa e 61 com seca extrema.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (áreas agroprodutivas), 1.119 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro. Destaque para os estados de São Paulo e Minas Gerais, que tiveram, respectivamente, 560 e 274 municípios com mais de 80% de sua área agroprodutiva afetada pela seca.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, referente ao mês de fevereiro de 2024, na região Centro-Oeste, a bacia afluenta à UHE Serra da Mesa, no rio Tocantins, encontra-se numa condição de seca moderada em relação à seca hidrológica, segundo o Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI). Assim como, na bacia afluenta à UHE Furnas, o TSI também indica uma seca moderada (TSI-12 = -1.10). Na região Sudeste, a bacia afluenta à usina hidrelétrica UHE Nova Ponte, o TSI indica uma seca hidrológica severa (TSI= -1.40). Para as bacias das UHE's Emborcação e Marimbondo o índice indica condições de seca hidrológica excepcional e moderada (TSI = -2.25 e -1.11, respectivamente). Já a bacia da UHE Itumbiara se manteve em uma seca hidrológica extrema (TSI = -1.99) Na região Sul do país, destaca-se a bacia afluenta à UHE Itaipu, numa condição de seca hidrológica extrema (TSI = -1.73). Adicionalmente, as bacias afluentes das UHEs Salto Santiago e Porto Capanema apresentaram condição de normalidade em relação a seca hidrológica. Ainda no Sul, nas bacias afluentes às UHEs Segredo, Barra Grande, Passo Real e Foz de Chapecó, o índice TSI indicou uma condição de normalidade. No setor de abastecimento, o Cantareira, principal sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, encontra-se numa condição de normalidade (TSI 6= -0.48), situação semelhante à do mês anterior. Estabilidade também foi registrada na bacia do rio Madeira, até a UHE Santo Antônio, indicando uma seca extrema (TSI = -1.80).

O episódio atual do El Niño iniciou-se em junho de 2023 e mantém-se ativo (março/2024), tendo já ultrapassado o seu ápice ocorrido em dezembro/2023. As previsões apontam que ele deva encerrar o seu ciclo durante o trimestre abril-maio-junho 2024. Há expectativa de que a fase reversa (La Niña) se desenvolva entre agosto e setembro de 2024, mas são previsões muito antecipadas e incertas. Durante o trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro o El Niño atual apresentou uma anomalia de temperatura média de **+1,8**, situando-o na **sexta** posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950. As principais previsões de vários modelos meteorológicos, desenvolvidas por diversos Centros de Meteorologia em todo o mundo (*International Research Institute (IRI-EUA)*, Centro Europeu (ECMWF), CPTEC/INPE e C3S) indicam chuvas dentro da média para a maior parte do país, durante o trimestre março-abril-maio/2024. No Rio Grande do Sul e no leste da região Nordeste, as maiores chances são para que o trimestre MAM/2024 acumule chuvas acima da média. As previsões subsazonais indicam chances para chuva acima da média durante março e até o primeiro decêndio de abril/2024, no no leste da região Nordeste.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O Índice Integrado de Seca (IIS3 e 6) referente ao mês de fevereiro mostra condições de seca severa e extrema em municípios localizados entre os estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas Gerais. É importante destacar que 653 municípios do Brasil estão classificados com seca severa e 61 com seca extrema.

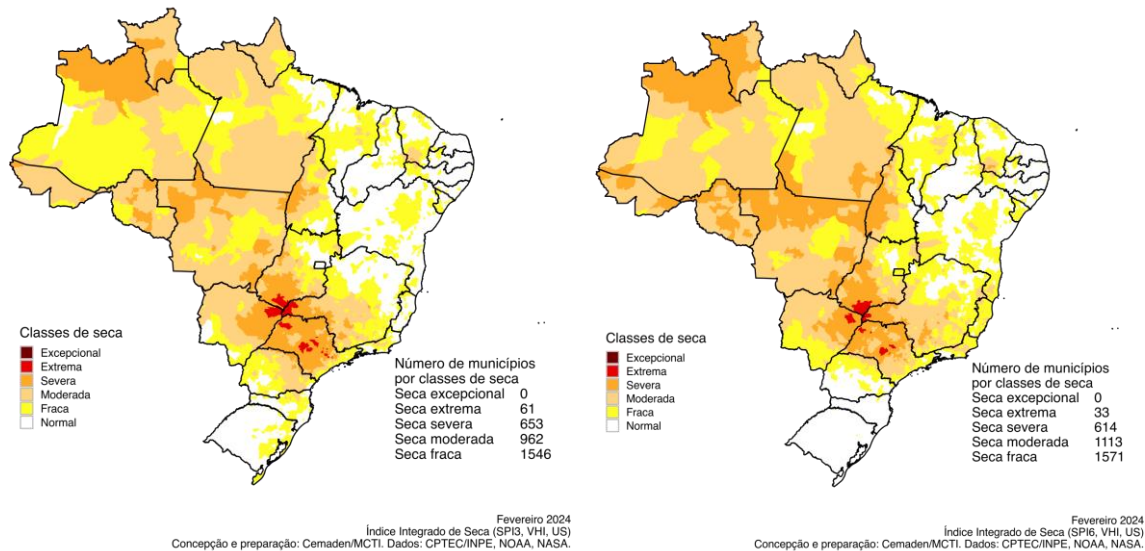
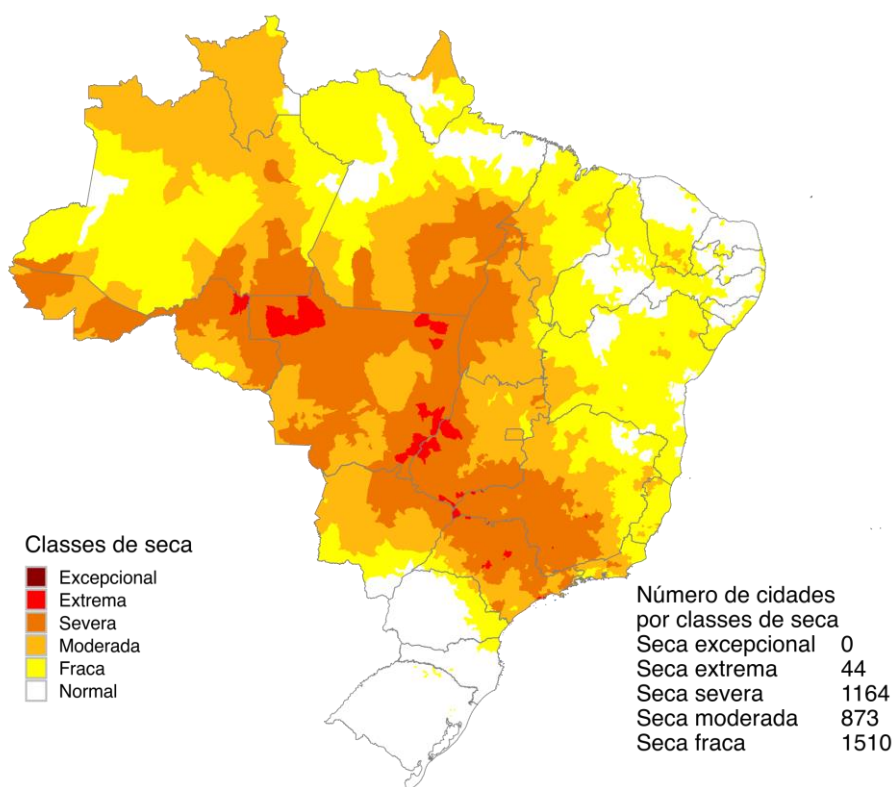


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de fevereiro de 2024 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

PREVISÃO IIS PARA FEVEREIRO DE 2024

De acordo com a previsão de IIS-3 para o mês de março nota-se que as condições de seca poderão ser intensificadas, especialmente no Amazonas, Pará, Rondônia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul.



Fevereiro 2024
 Previsão do Índice Integrado de Seca (SPI3 previsão, VHI3, US3)
 Dados: CPTEC/INPE - NOAA - NASA / Preparação: Cemaden/MCTI

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: VEGETAÇÃO E AGRICULTURA

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

BRASIL

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), de acordo com o índice integrado de seca, 1.359 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro de 2024 (Figura 4), uma redução de 724 municípios em relação ao mês de janeiro de 2024.

Desse total, 1.119 municípios apresentaram impacto da seca acima de 80% nas áreas agroprodutivas, distribuídos principalmente nos estados de São Paulo (560), Minas Gerais (274), Paraná (117) e Goiás (175). Além disso, outros 119 municípios apresentaram impacto da seca de 60% à 80% da área agroprodutiva do município, sendo 39 deles em Minas Gerais e outros 33 no Paraná. Outros 121 municípios apresentaram impacto da seca de 40% a 60%.

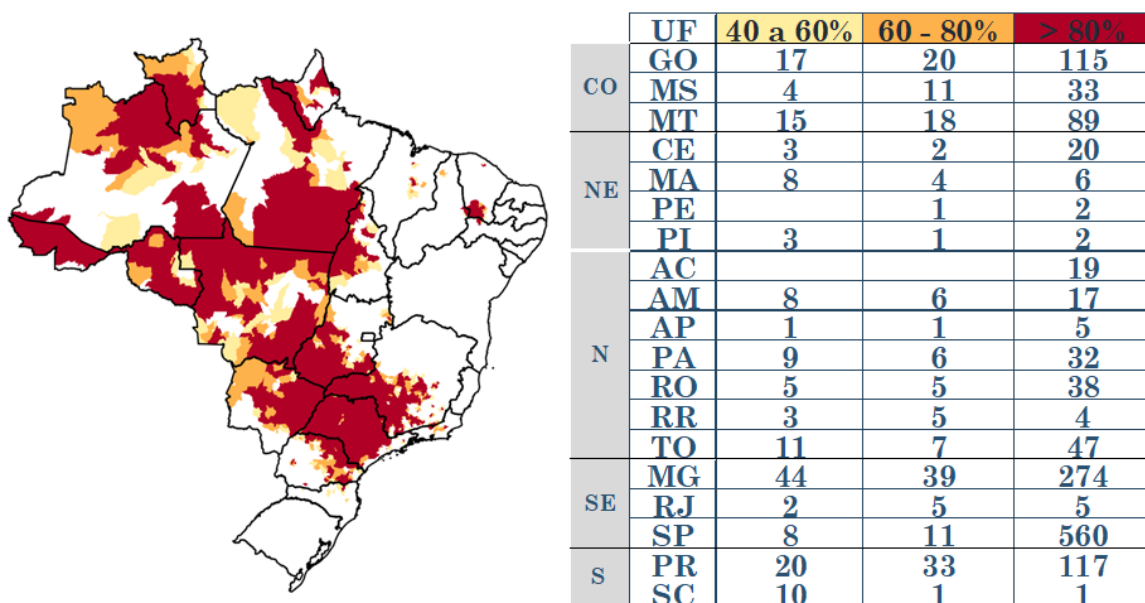


Figura 3 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o IIS-1, referente a situação em fevereiro de 2024 para o Brasil.

REGISTRO DE IMPACTOS

De acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), na primeira semana de março, 827 municípios estavam com decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública vigente devido à seca. Quando analisados em conjunto com o Índice Integrado de Seca (IIS6), 48% (399 municípios) apresentavam situação de seca considerada normal, o que pode ser atribuído ao período de 180 dias de validade do decreto de emergência associado ao contexto evolutivo do desastre.

No entanto, dos municípios que obtiveram reconhecimento federal, cerca de 52% (municípios) ainda apresentavam condição de seca, sendo 63% sob condição de seca fraca, 28% com seca moderada, 8% em situação de seca severa e 0,2% em condição de seca extrema. A maior concentração de municípios afetados pela seca moderada encontra-se no estado de Goiás (59 municípios), neste mesmo estado se encontra um município com seca extrema.

Ainda conforme a Sedec, até a data de fechamento deste boletim, em fevereiro, 43 municípios obtiveram o reconhecimento federal devido à seca. Estima-se que cerca de 210 mil pessoas foram afetadas, e os prejuízos na agricultura estimados em aproximadamente R\$2 bilhões, enquanto os danos na pecuária totalizaram cerca de R\$260 milhões de reais.

No estado de **Goiás**, conforme a Secretaria de Estado de Comunicação (SECOM-GO), o governo estadual decretou situação de emergência em 25 municípios, localizados predominantemente nas regiões Oeste e Norte do estado. Nestes municípios, foram registrados índices reduzidos de precipitação e a perda de umidade do solo que superou sua capacidade de recuperação.

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)

Na Região Sudeste, o Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão - TSI, indica que o Sistema Cantareira, atualmente, apresenta uma condição de normalidade (TSI-6 = -0.48), se mantendo estável comparativamente ao mês anterior (Figuras 4 e 5) . A bacia afluenta à UHE Furnas registrou intensificação da seca em relação ao mês anterior, atualmente classificada em uma seca hidrológica moderada (TSI-12 = -1.10). Intensificação da seca hidrológica também ocorreu na bacia afluenta à UHE Três Marias, apresentando neste mês de fevereiro seca extrema (TSI-12 = -1.78), visto que no mês anterior apresentava uma seca severa. Ressalta-se que as bacias hidrográficas afluentes às UHEs Três Marias e Furnas, enfrentaram condições críticas, em termos de disponibilidade hídrica, desde 2014. 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 duas bacias. Porém, nos últimos meses a situação nessas duas bacias vem piorando em termos de seca hidrológica.

Ainda na região Sudeste, na bacia do rio Paraná, o TSI-12, nas bacias afluentes às UHE's Marimondo, Emborcação e Nova Ponte, foi registrada, em fevereiro, intensificação da seca hidrológica, apresentando seca moderada, excepcional e severa, respectivamente (TSI-12 = -1.11, -2.25 e -1.40, respectivamente). Por outro lado, a bacia afluenta à UHE Itumbiara se mostrou estável em relação ao mês anterior, permanecendo em uma condição de seca hidrológica extrema (TSI-12 = -1.99). A bacia afluenta à UHE Jurumirim também apresentou intensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (seca moderada), registrando, no mês de fevereiro, uma seca hidrológica severa (TSI-12 = -1.42). Mais ao sul da bacia do rio Paraná, a bacia afluenta à UHE Capivara apresentou estabilidade em relação ao mês anterior, se mantendo em uma seca hidrológica moderada

(TSI-12 = -1.15). Já a bacia afluente à UHE Rosana, registrou intensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (seca fraca), apresentando, em fevereiro, uma seca hidrológica moderada (TSI-12 = -1.04).

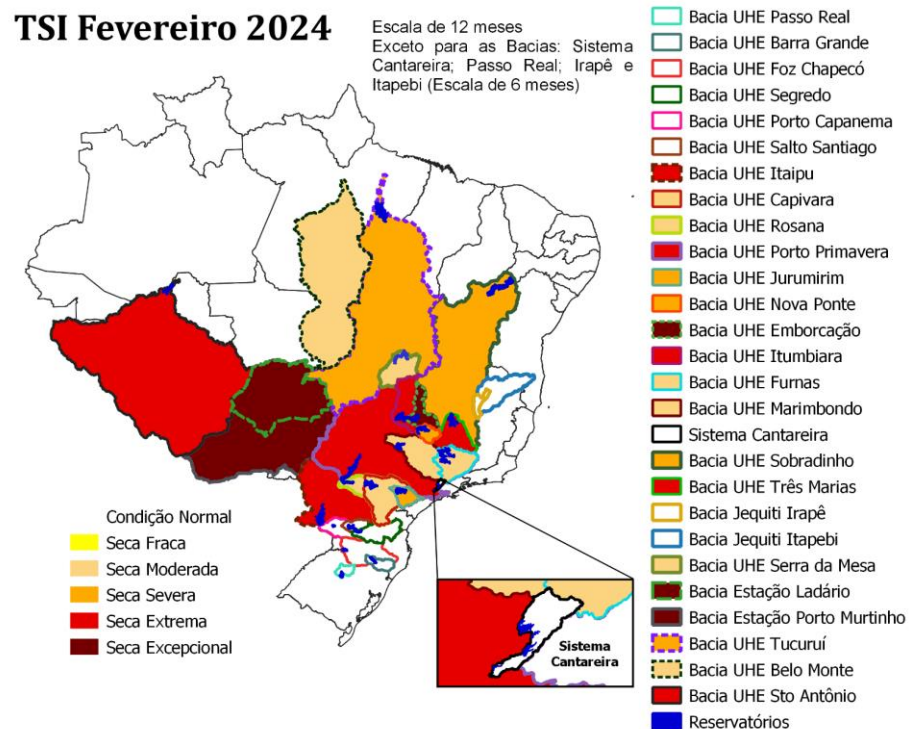


Figura 4 - Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI-12) para bacias afluentes a Usinas Hidrelétricas (UHE), o Sistema Cantareira e o Rio Paraguai, referente ao mês de fevereiro de 2024.

Na região Centro-Oeste, a bacia afluente à UHE Serra da Mesa apresentou desintensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (seca extrema), registrando no mês de fevereiro uma condição de seca hidrológica moderada (TSI-12 = -1.21). Ainda no Centro-Oeste, as bacias afluentes às estações de Ladário e Porto Murtinho, localizadas às margens do rio Paraguai, se mantiveram estáveis em relação ao mês anterior, ainda permanecendo, em uma condição de seca hidrológica excepcional (TSI-12 = -2.87 e TSI = -2.59, respectivamente).

Na Região Sul do país, a bacia afluente à UHE Itaipu encontra-se classificada, em fevereiro, em uma seca hidrológica extrema (TSI-12 = -1.73), visto que no mês anterior apresentava seca hidrológica moderada. As bacias afluentes às UHEs Segredo e Barra Grande, se mantiveram estáveis em relação ao mês anterior, com uma condição de normalidade (TSI =

-0.14 e TSI= 1.36, respectivamente). A bacia afluente à UHE Passo Real também encontra-se numa condição de normalidade em relação à seca hidrológica, segundo o TSI na escala de 6 meses (TSI-6 = 2.12), mesma situação que o mês anterior.

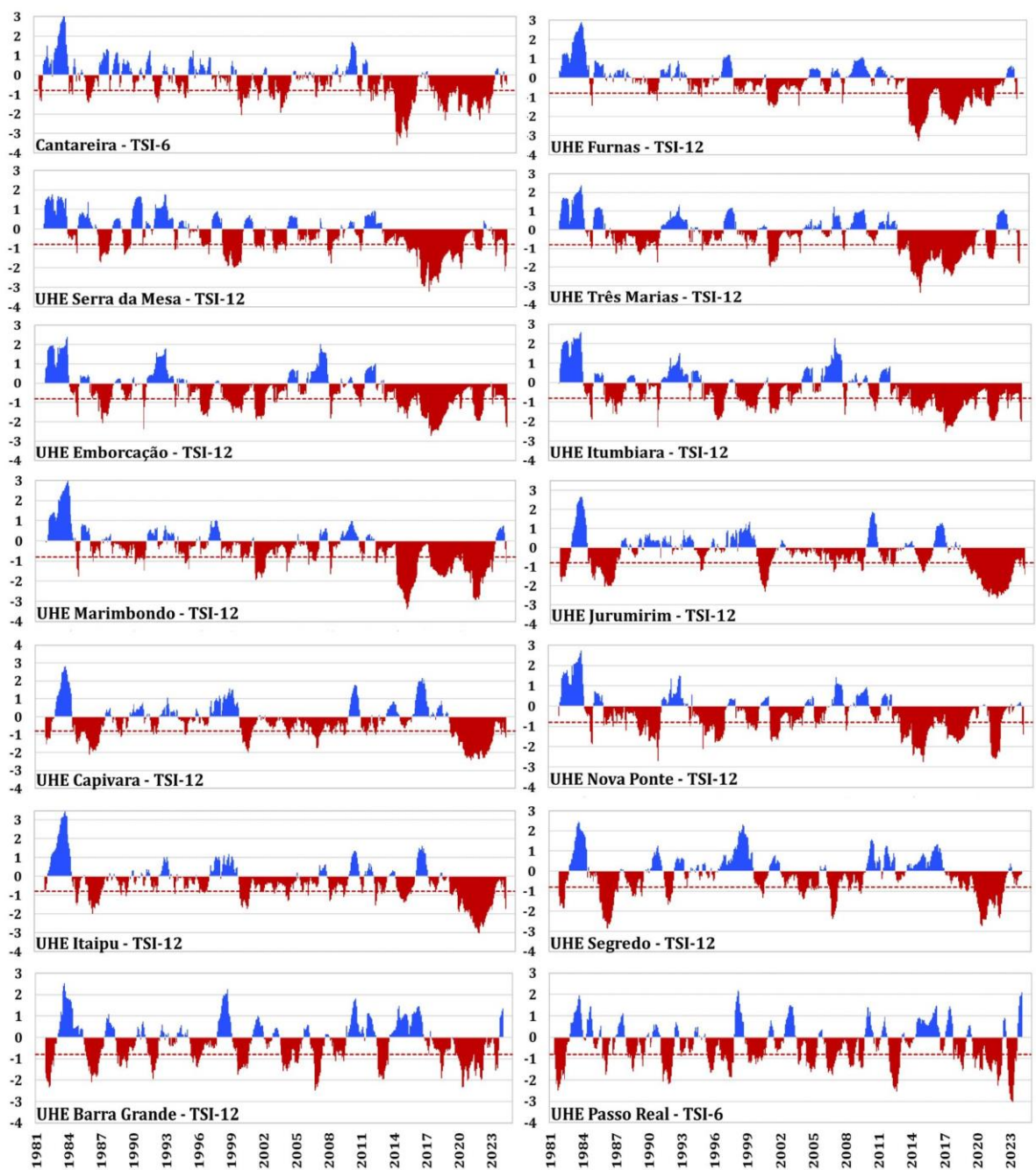


Figura 5 - Séries temporais do Índice Padronizado Bivariado (Chuva-Vazão) (TSI-12) para as bacias afluentes a UHEs das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país (exceto Passo Real que utiliza TSI-6 devido ao tamanho da bacia), e para o Sistema Cantareira (TSI-6), entre o período de janeiro de 1981 a fevereiro de 2024.

Condição atual de vazão e volume armazenado

Em fevereiro de 2024, a vazão afluyente no Sistema Cantareira (Sudeste) foi 65% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com, aproximadamente, 76% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 60 e 100%). O atual volume armazenado no Sistema Cantareira caracteriza um aumento de 3% em relação ao final do mês anterior e uma situação significativamente melhor que no mesmo período do ano de 2023 (69%). Adicionalmente, representa uma condição melhor ao apresentado no período pré-crise, em fevereiro de 2013 (57%).

Na bacia hidrográfica afluyente a UHE Três Marias (Sudeste), a vazão natural correspondeu a 45% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 29 de fevereiro, com 59% de seu volume útil (faixa de operação “Atenção”, armazenamento entre 30 a 60%), um aumento de 4% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural registrada na bacia afluyente a UHE Furnas (Sudeste) correspondeu a 60% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 29 de fevereiro, foi 74% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 56 e 100%). O valor atual de armazenamento em Furnas representa um aumento de 2% em relação ao final do mês anterior.

Na bacia hidrográfica da UHE Serra da Mesa (Centro-Oeste) a vazão correspondeu a 113% da média histórica do mês de fevereiro, e o reservatório operou, no final do mês, com 73% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 21 e 100%), representando um aumento de 6% em relação ao mês anterior. Ressalta-se que, o reservatório de Serra da Mesa, localizado no curso principal do rio Tocantins, no Município de Minaçu (GO), é o maior do país em termos de capacidade de armazenamento do setor elétrico brasileiro, com cerca de 54,4 bilhões de metros cúbicos de água.

Para a Região Sul do país, na bacia hidrográfica da UHE Itaipu, localizada no rio Paraná, uma das maiores e mais importantes hidrelétricas do mundo, a vazão registrada no mês de fevereiro foi de 47% da média histórica. Ressalta-se que de janeiro a abril de 2023, e, no mês de novembro de 2023 as vazões médias em Itaipu se mantiveram acima da média para o período. No entanto, salienta-se que a bacia afluyente 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. Destacando ainda, que no mês de janeiro de 2024 ocorreu quebra do recorde mínimo absoluto de vazão para o período.

Na bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí (no Estado do RS), foi registrada no mês de fevereiro vazão acima da média, assim como no mês anterior, com valor médio de 128% em relação à média histórica de fevereiro. Destaca-se que, entre outubro de 2022 e maio de 2023 foram registradas, em Passo Real, 6 quebras de recordes mínimos absolutos para o período. Já nas bacias de drenagem das UHE's Segredo ou Gov. Ney Aminthas de Barros Braga, localizada no rio Iguaçu (entre os Estados de PR e SC) e Barra Grande, localizada no rio Uruguai (entre os Estados de SC e RS), as vazões registradas

no mês de fevereiro foram abaixo da média, com valores de 67% e 70% em relação a média histórica de fevereiro. O volume armazenado nos reservatórios das UHE's Segredo, Barra Grande e Passo Real, fecharam o mês de fevereiro com 47%, 74% e 77% da capacidade total, respectivamente.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

O episódio atual do El Niño iniciou-se em junho de 2023 e mantém-se ativo (março/2024), tendo já ultrapassado o seu ápice ocorrido entre Dezembro/2023 e Janeiro/2024. As previsões apontam que ele deva encerrar o seu ciclo durante o trimestre abril-maio-junho 2024. O El Niño tem potencial para intensificar eventos extremos de tempo e clima (ondas de calor, chuvas intensas e secas). Toda a extensão do Pacífico Equatorial vem registrando decréscimos nas anomalias das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM), indicando o declínio deste evento. As anomalias registradas durante a última semana são +1,0, +1,0, +1,4 e +1,1, respectivamente nos setores Niño 1+2 (mais a leste), Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4 (mais a oeste). De acordo com Oceanic Niño Index (ONI; Huang et al. 2017), que é a média de 3 meses da anomalia de TSM na região do Niño 3.4 (5N-5S, 120-170W) durante o trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro o El Niño atual apresentou um ONI de **+1,8**, situando-o na **sexta** posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950. Nesta mesma época do ano, o episódio mais intenso registrado foi o de 2015, considerado por muitos como um *super El Niño*. Neste mesmo período de sua evolução o El Niño de 2015 registrava um ONI de +2,5, o que é significativamente superior aos patamares atuais. Os dois episódios mais intensos do século 20 que foram os de 1982/83 e 1997/98 registraram, durante NDJ, ONI de +2,2. As principais previsões de vários modelos meteorológicos, desenvolvidas por diversos Centros de Meteorologia em todo o mundo (*International Research Institute* (IRI-EUA), Centro Europeu (ECMWF), CPTEC/INPE e C3S) indicam chuvas dentro da média para a maior parte do país, durante o trimestre março-abril-maio/2024. No Rio Grande do Sul e no leste da região Nordeste, as maiores chances são para que o trimestre MAM/2024 acumule chuvas acima da média. As previsões subsazonais indicam chances para chuva acima da média durante março e até o primeiro decêndio de abril/2024, no no leste da região Nordeste.

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 nos 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 o 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 Bivariado precipitação-vazão (TSI, sigla em inglês)

O TSI, é estimado usando funções Cópulas, as quais capturam estruturas de dependência entre variáveis, ligando as funções de distribuições marginais de cada variável (neste caso Precipitação e Vazão/Cota), obtendo sua distribuição conjunta de probabilidades. Utilizado para detectar a seca hidrológica em diversas escalas e pode ser interpretado de maneira similar ao SPI. O índice negativo representa condições de déficit hídrico, nas quais a variação conjunta precipitação-vazão é inferior à média climatológica. O índice positivo representa condições de excesso hídrico, que indicam a variação conjunta precipitação-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

