



**BOLETIM
MENSAL**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Centro Nacional de Monitoramento e
Alertas de Desastres Naturais - Cemaden

JANEIRO 2024

Ano 05 | Número 68



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

BOLETIM - JANEIRO 2024

Ano 05 | Número 68

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 janeiro mostra condições de seca severa e extrema nos estados da região Norte, Goiás, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais. De acordo com o IIS3, 935 municípios do Brasil estão classificados com seca severa e 70 com seca extrema (33 em GO, 8 no MG, 11 em SP, 14 em MG, 1 no TO e 3 em RO).

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (áreas agroprodutivas), 2.083 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de janeiro. Destaque para os estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso que tiveram, respectivamente, 621, 175 e 122 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 janeiro de 2024, na região Centro-Oeste, a bacia afluenta à UHE Serra da Mesa, no rio Tocantins, encontra-se numa condição de seca extrema em relação à seca hidrológica, segundo o Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI). Assim como, na bacia do rio Madeira, até a UHE Santo Antônio, o TSI também indica uma seca extrema (TSI = -1.72). Na região Sudeste, as bacias afluentes às usinas hidrelétricas (UHEs) Nova Ponte e Furnas, o TSI indica uma seca hidrológica moderada e fraca, respectivamente (TSI= -0.92 e -0.82). Para as bacias das UHEs Emborcação e Itumbiara o índice indica condições de seca hidrológica extrema (TSI = -2.08 e -1.88, respectivamente). Já a bacia da UHE Marimbondo se manteve em uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica (TSI = -0.42) Na região Sul do país, destaca-se a bacia afluenta à UHE Itaipu, numa condição de seca hidrológica moderada (TSI = -1.16). 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= -0.3).

O episódio atual do El Niño iniciou-se em junho de 2023 e mantém-se ativo (Fevereiro/2024), tendo já ultrapassado o seu ápice ocorrido entre Dezembro/2023 e Janeiro/2024. Este episódio deve se estender ainda até maio/2024, com um rápido decréscimo logo após. Toda a extensão do Pacífico Equatorial vem registrando decréscimos nas anomalias das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM), indicando o declínio deste evento. O atual episódio de El Niño situa-se na quinta (5) posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950, considerando a anomalia de TSM média durante o trimestre Novembro-Dezembro-Janeiro como indicador. 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 abaixo da média no setor leste-nordeste da Amazônia, durante o trimestre FMA/2024. Porém as chances são moderadas, o que pode se traduzir em um quadro de chuvas dentro da média. Na região Sul, as maiores chances são para que o trimestre FMA/2024 acumule chuvas acima da média, principalmente no sul do RS. As previsões subsazonais indicam chances para chuva acima da média no primeiro decêndio de março/2024. Após, as previsões se tornam muito incertas.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O Índice Integrado de Seca (IIS3 e 6) referente ao mês de janeiro mostra condições de seca severa e extrema nos estados da região Norte, Goiás, Mato Grosso, São Paulo e Minas Gerais. Na escala de 3 meses, é importante destacar que 935 municípios do Brasil estão classificados com seca severa e 70 com seca extrema.

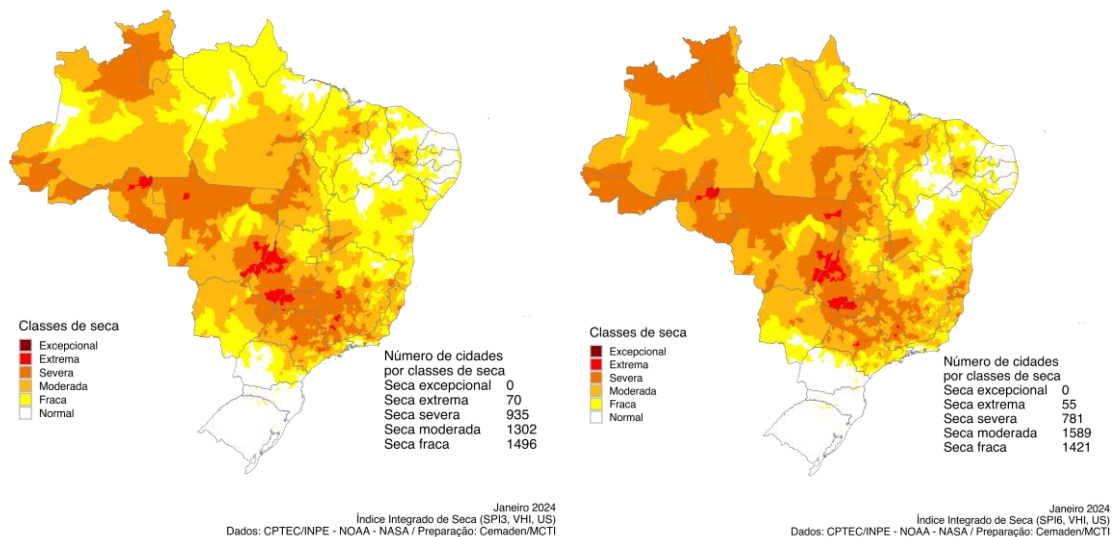
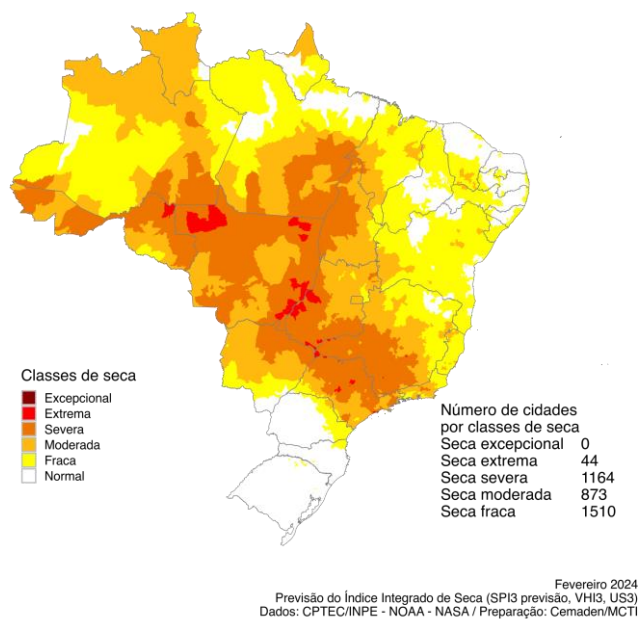


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de janeiro de 2024 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

PREVISÃO IIS PARA FEVEREIRO DE 2024

De acordo com a previsão de IIS-3 para o mês de fevereiro nota-se que na Região Norte as condições de seca na categoria severa e moderada localizam-se principalmente sobre os estados do Amazonas, Acre, Roraima e na metade sul do estado do Pará e no norte do estado do Amapá. As condições de seca extrema são observadas nos Estados de Rondônia e extremo oeste e sudeste do Mato-Grosso, e em pequenas regiões de Goiás e São Paulo. Em comparação com o mês de janeiro de 2023, observa-se uma intensificação das condições de seca severa, nos estados da região Centro-Oeste, São Paulo e Minas Gerais. De acordo com a previsão 44 municípios estão classificados com seca extrema, 1164 com seca severa, 873 com seca moderada e 1510 com seca fraca.



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 (agroprodutivas), de acordo com o índice integrado de seca, 2.083 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de janeiro de 2024 (Figura 4), um aumento de 96 municípios em relação ao mês de dezembro de 2023.

Desse total, 1.487 municípios apresentaram impacto da seca acima de 80% nas áreas agroprodutivas, distribuídos principalmente nos estados de Minas Gerais (621), São Paulo (551) e Goiás (175) e Mato Grosso (122). Além disso, outros 272 municípios apresentaram impacto de da seca de 60% à 80% da área agroprodutiva do município, sendo 102 deles em Minas Gerais. Outros 324 municípios apresentaram impacto de da seca de 40% à 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 janeiro de 2024 para o Brasil.

REGISTRO DE IMPACTOS

De acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), na primeira semana de janeiro, 801 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), 29% (233 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 71% (municípios) ainda apresentavam condição de seca, sendo 56% sob condição de seca fraca, 21% com seca moderada, 12% em situação de seca severa e 1% com seca severa. A concentração dos municípios afetados pela severa encontra-se no estado de Goiás (7 municípios).

No estado de **Goiás**, conforme informado pela Secretaria de Estado de Comunicação Social (SECOM-GO), o governo federal oficializou a situação de emergência devido aos baixos índices de chuvas em 25 municípios.

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 = -0.30), se mantendo estável comparativamente ao mês anterior (Figuras 4 e 5) . A bacia afluente à UHE Furnas registrou intensificação da seca em relação ao mês anterior, atualmente classificada em uma seca hidrológica fraca (TSI-12 = -0.82). Intensificação da seca hidrológica também ocorreu na bacia afluente à UHE Três Marias, apresentando neste mês de janeiro seca severa (TSI-12 = -1.67), visto que no mês anterior apresentava uma seca fraca. 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.

Ainda na região Sudeste, na bacia do rio Paraná, o TSI-12, na bacia afluente à UHE Marimbondo, indica uma condição dentro da normalidade nesse mês de janeiro (TSI-12 = -0.42), se mantendo estável em relação ao mês anterior. A bacia afluente à UHE Jurumirim também apresentou estabilidade, comparativamente ao mês anterior, registrando uma seca hidrológica moderada (TSI-12 = -1.11). Adicionalmente, nas bacias afluentes às UHEs Emborcação e Itumbiara foi registrada, em janeiro, intensificação da seca hidrológica, apresentando seca hidrológica extrema (TSI-12 = -2.08 e -1.88, respectivamente), ao passo que no mês anterior estavam classificadas em seca moderada. Intensificação da seca hidrológica também foi registrada nas bacias afluentes às UHEs Nova Ponte e Capivara, comparativamente ao mês anterior (condição de normalidade e seca fraca, respectivamente), registrando no mês de janeiro uma seca hidrológica moderada (TSI-12 = -0.92 e -0.90, respectivamente). Finalmente, a bacia afluente à UHE Rosana se mostrou estável em relação ao mês anterior, apresentando, em janeiro, uma seca hidrológica fraca (TSI-12 = -0.77).

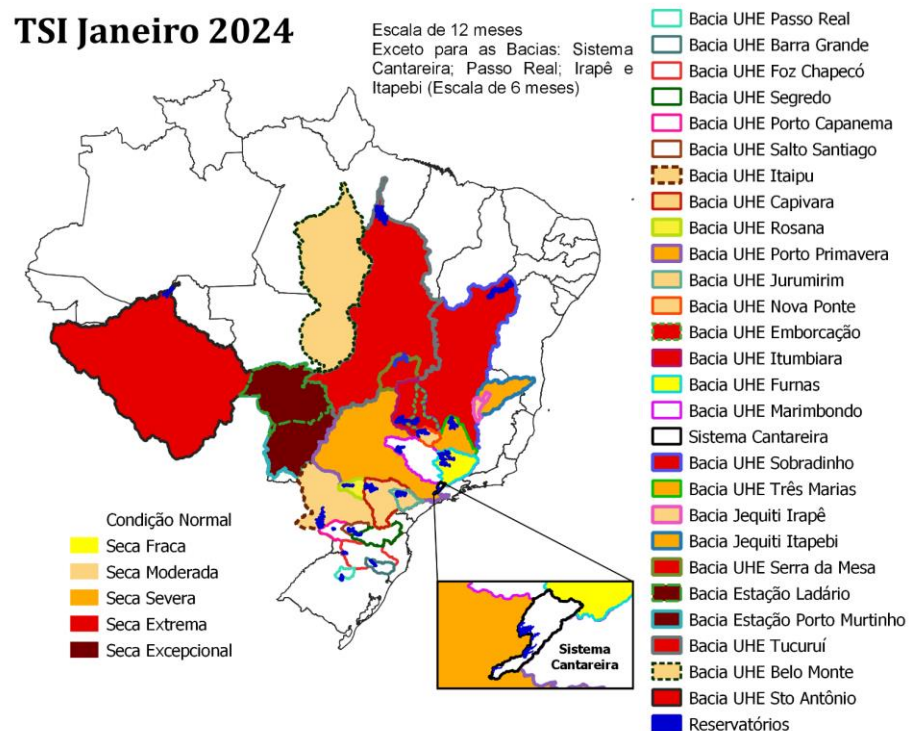


Figura 4 - Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI-12) para bacias afluentes a Usinas Hidrelétricas (UHE), o Sistema Cantareira e o Rio Paraguai, referente ao mês de janeiro de 2024.

Na região Centro-Oeste, a bacia afluyente à UHE Serra da Mesa apresentou desintensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (seca excepcional), registrando no mês de janeiro uma condição de seca hidrológica extrema (TSI-12 = -1.91). Ainda no Centro-Oeste, as bacias afluentes às estações de Ladário e Porto Murtinho, localizadas às margens do rio Paraguai, apresentaram intensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (seca extrema), registrando em janeiro uma seca hidrológica excepcional (TSI-12 = -2.65 e TSI= -2.48, respectivamente).

Na Região Sul do país, a bacia afluyente à UHE Itaipu encontra-se classificada, em janeiro, em uma seca hidrológica moderada (TSI-12 = -1.16), visto que no mês de dezembro apresentava seca hidrológica fraca. As bacias afluentes às UHEs Segredo e Barra Grande, se mantiveram estáveis em relação ao mês anterior, com uma condição de normalidade (TSI= -0.21 e TSI= 1.22, respectivamente). A bacia afluyente 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 = 1.95), mesma situação que o mês anterior.

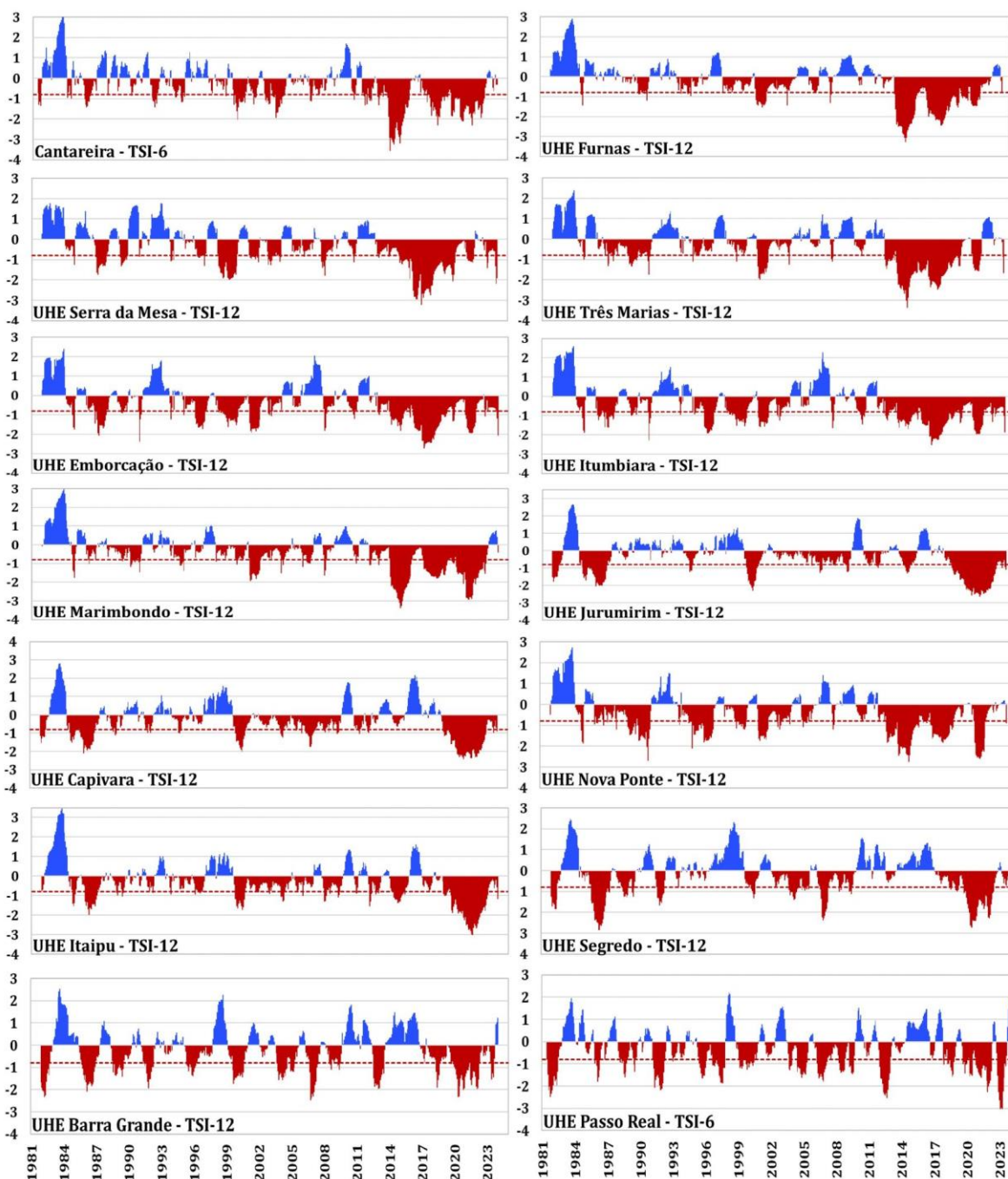


Figura 5 - Séries temporais do Índice Padronizado Bivariado (Chuva-Vazão) (TSI-12) para as bacias afluentes a UHEs das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país (exceto Passo Real que utiliza TSI-6 devido ao tamanho da bacia), e para o Sistema Cantareira (TSI-6), entre o período de janeiro de 1981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

Condição atual de vazão e volume armazenado

Em janeiro de 2024, a vazão afluente no Sistema Cantareira (Sudeste) foi 62% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com, aproximadamente, 73% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 60 e 100%). O atual volume armazenado no Sistema Cantareira caracteriza um aumento de 1% em relação ao

final do mês anterior e uma situação significativamente melhor que no mesmo período do ano de 2023 (52%). Adicionalmente, representa uma condição melhor ao apresentado no período pré-crise, em janeiro de 2013 (52%).

Na bacia hidrográfica afluenta a UHE Três Marias (Sudeste), a vazão natural correspondeu a 46% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 31 de janeiro, com 55% de seu volume útil (faixa de operação “Atenção”, armazenamento entre 30 a 60%), um aumento de 7% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural registrada na bacia afluenta a UHE Furnas (Sudeste) correspondeu a 49% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de janeiro, foi 72% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 56 e 100%). O valor atual de armazenamento em Furnas se manteve estável em relação ao final do mês anterior.

Na bacia hidrográfica da UHE Serra da Mesa (Centro-Oeste) a vazão correspondeu a 94% da média histórica do mês de janeiro, e o reservatório operou, no final do mês, com 67% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 21 e 100%), representando um aumento de 3% 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 janeiro foi de 51% 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 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 UHE’s Barra Grande, localizada no rio Uruguai (entre os Estados de SC e RS) e Passo Real, localizada no Rio Jacuí (no Estado do RS), foram registradas no mês de janeiro vazões acima da média, assim como no mês anterior, com valores médios de 156% e 216% em relação a média histórica de janeiro. 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 na bacia de drenagem da UHE Segredo ou Gov. Ney Aminthas de Barros Braga, localizada no rio Iguaçu (entre os Estados de PR e SC), a vazão registrada no mês de janeiro foi abaixo da média, com valor de 73% em relação a média histórica de janeiro. O volume armazenado nos reservatórios das UHE’s Segredo, Barra Grande e Passo Real, fecharam o mês de janeiro com 69%, 93% e 84% 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 (Fevereiro/2024), tendo já ultrapassado o seu ápice ocorrido entre Dezembro/2023 e Janeiro/2024. Este episódio deve se estender ainda até maio/2024, com um rápido decréscimo logo após. 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 +1,1, +1,5, +1,5 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 Novembro-Dezembro-Janeiro o El Niño atual apresentou um ONI de **+2,0**, situando-o na **quinta** posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950. Nesta mesma época do ano (Novembro-Dezembro-Janeiro), 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 +2,6, 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 e +2,4, respectivamente. 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 abaixo da média no setor leste-nordeste da Amazônia, durante o trimestre FMA/2024. Porém as chances são moderadas, o que pode se traduzir em um quadro de chuvas dentro da média. Na região Sul, as maiores chances são para que o trimestre FMA/2024 acumule chuvas acima da média, principalmente no sul do RS. As previsões subsazonais indicam chances para chuva acima da média no primeiro decêndio de março/2024. Após, as previsões se tornam muito incertas.

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. 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 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**

