



**BOLETIM
MENSAL**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Centro Nacional de Monitoramento e
Alertas de Desastres Naturais - Cemaden

DEZEMBRO 2023

Ano 04 | Número 67



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO**



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

BOLETIM - DEZEMBRO 2023

Ano 04 | Número 67

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 dezembro mostra condições de seca severa e extrema em grande parte dos estados de Rondônia, Tocantins e Goiás e, no norte do Mato Grosso. É importante destacar que 839 municípios do Brasil estão classificados com seca severa e 43 com seca extrema.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (áreas agroprodutivas), 1.987 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de dezembro. Destaque para a Minas Gerais com 608 municípios com mais de 80% da área agroprodutiva impactada pela seca.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, referente ao mês de dezembro de 2023, na região Centro-Oeste, a bacia afluenta à UHE Serra da Mesa, no rio Tocantins, encontra-se numa condição de seca excepcional em relação à seca hidrológica, segundo o Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI). Contudo, na bacia do rio Madeira, até a UHE Santo Antônio, o TSI indica uma seca severa (TSI = -1.60). Na região Sudeste, as bacias afluentes às usinas hidrelétricas (UHEs) Nova Ponte, Furnas e Marimbondo, o TSI indica condição de normalidade em relação à seca hidrológica (TSI= 0.04, 0.09, 0.41 respectivamente). Para as bacias das UHEs Jurumirim, Emborcação e Itumbiara o índice indica condições de seca moderada (TSI = -0.94, -1.18, -1.02, respectivamente). Na região Sul do país, destaca-se a bacia afluenta à UHE Itaipu, numa condição de seca hidrológica fraca (TSI = -0.57). 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, Passo Real, Barra Grande 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 (Janeiro/2024), provavelmente já em seu ápice. Este episódio deve se estender ainda até maio/2024. Durante as últimas 4 semanas, as anomalias das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) têm se mantido estáveis nas regiões do Pacífico Central e Oeste (Niño 4: +1,4), próximas à linha de Data Internacional (Niño 3.4: +1,9), e enfraquecido no Pacífico Leste, próximo à costa do Peru e Equador (Niño 1+2: +1,0). O atual episódio de El Niño situa-se na sexta (6) posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950, considerando a anomalia de TSM média durante o trimestre Outubro-Novembro-Dezembro como indicador. As principais previsões de vários modelos meteorológicos, desenvolvidas por diversos Centros de Meteorologia em todo o mundo (*International Research Institute (IRI-EUA)*, do Centro Europeu (ECMWF), INPE-INMET-FUNCEME e C3S) indicam chuvas abaixo da média no setor oeste-noroeste da Amazônia, durante o trimestre JFM/2024. Na região Sul há indícios de que o trimestre volte a acumular chuva acima da média, principalmente no sul do RS. As previsões subsazonais indicam chances para chuva acima da média no último decêndio de janeiro/2024.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O Índice Integrado de Seca (IIS3 e 6) referente ao mês de dezembro mostra condições de seca severa e extrema em grande parte dos estados de Rondônia, Tocantins e Goiás e norte do Mato Grosso. Na escala de 3 meses, é importante destacar que 839 municípios do Brasil estão classificados com seca severa e 43 com seca extrema.

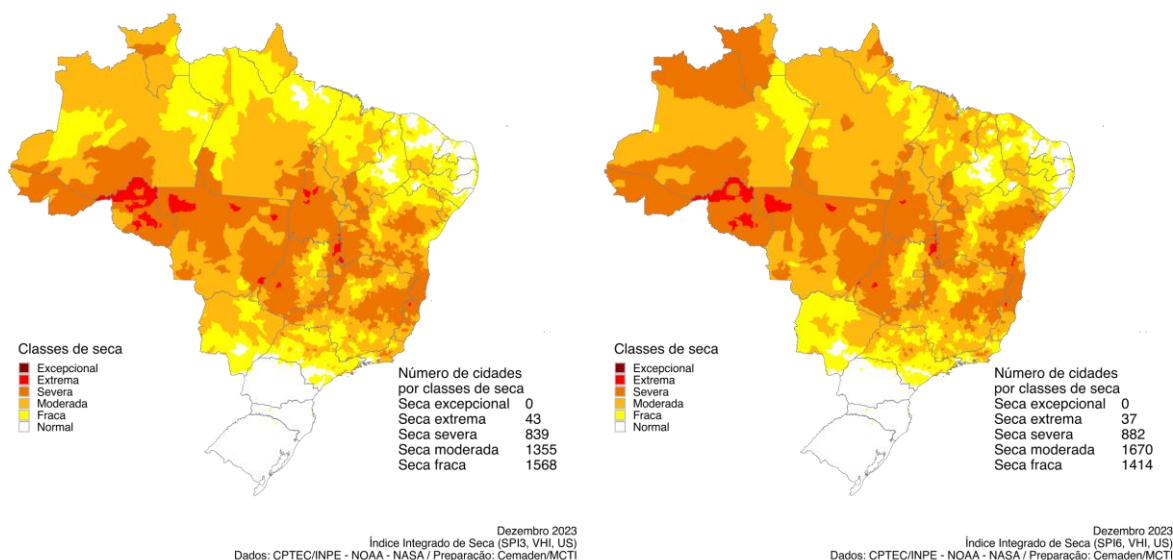
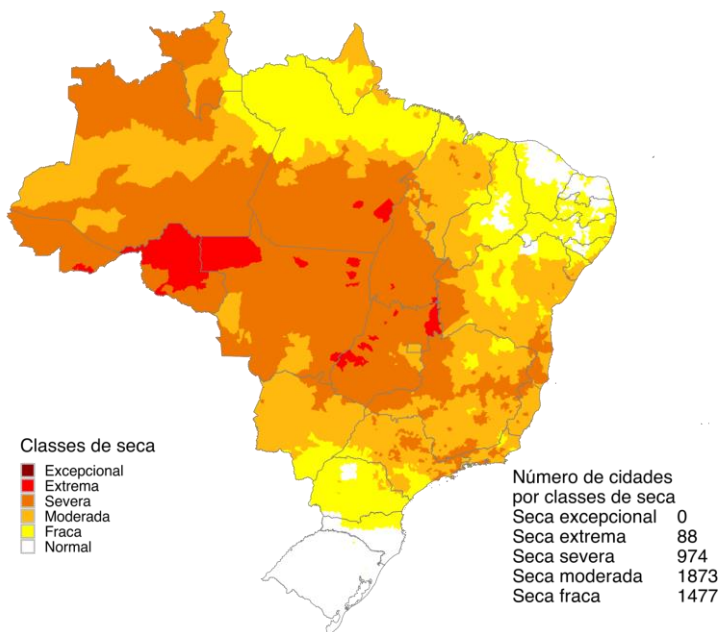


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de dezembro de 2023 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

PREVISÃO IIS PARA JANEIRO DE 2024

De acordo com a previsão de IIS-3 para o mês de janeiro 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 do Mato-Grosso, extremo sul do Acre, e em pequenas regiões do Pará e de Goiás. Em comparação com o mês de dezembro de 2023, observa-se uma intensificação das condições de seca, principalmente sobre o estado do Amazonas e dos estados da região Centro-Oeste. De acordo com a previsão 88 municípios estão classificados com seca extrema, 974 com seca severa, 1873 com seca moderada e 1477 com seca fraca.



Janeiro 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

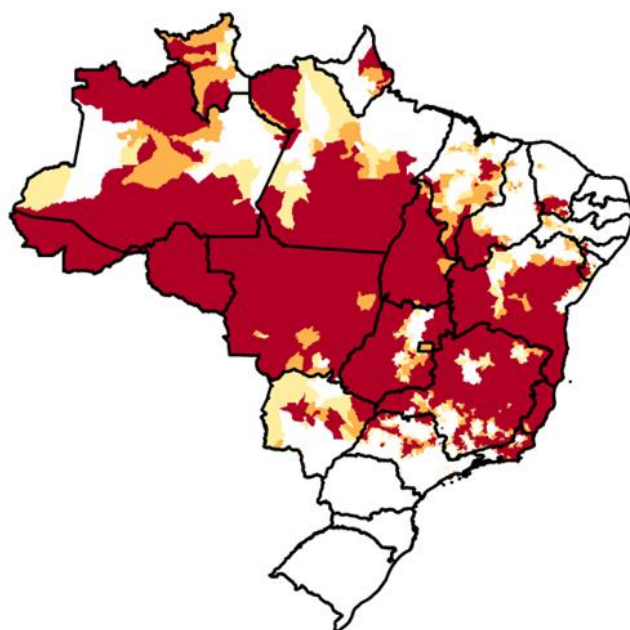
Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

BRASIL

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agroprodutivas), de acordo com o índice VHI, 1.987 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de dezembro (Figura 4), um aumento de 370 municípios em relação ao mês de novembro.

Desse total, 1.616 municípios apresentaram impacto da seca acima de 80% nas áreas agroprodutivas, distribuídos principalmente nos estados de Minas Gerais (608), Bahia (316), Goiás (179) Mato Grosso (130) e Tocantins (127). Além disso, outros 188 municípios apresentaram impacto de da seca de 60% à 80% da área agroprodutiva do município, sendo 45 deles em Minas Gerais. Outros 183 municípios apresentaram impacto de da seca de 40% à 60%. Por fim, a região Sul não apresentou nenhum município com impacto da seca nas áreas agroprodutivas acima de 40%.

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 dezembro de 2023 para o Brasil.



UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AC			22
AM	6	5	22
AP		3	4
PA	7	7	41
RO			52
RR	2	5	3
TO	1	8	127
AL	2	2	3
BA	21	18	316
CE	5	8	24
MA	32	32	27
PB	1		
PE	8	4	
PI	14	16	32
RN			
SE	7	5	17
GO	20	15	179
MS	10	8	9
MT	2	7	130
SE	45	45	608

REGISTRO DE IMPACTOS

De acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), na primeira semana de janeiro, 699 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), 15% (106 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 85% (municípios) ainda apresentavam condição de seca, sendo 35% sob condição de seca fraca, 31% com seca moderada, e 19% em situação de seca severa. A maior concentração de municípios afetados pela moderada severa encontra-se no estado da Bahia (59 municípios), Minas Gerais (33 municípios) e no estado do Amazonas (13 municípios).

Ainda conforme a Sedec, até a data de fechamento deste boletim, em novembro, 10 municípios obtiveram o reconhecimento federal devido à seca. Estima-se que cerca de 79 mil pessoas foram afetadas, e os prejuízos na agricultura estimados em aproximadamente R\$43 milhões, enquanto os danos na pecuária totalizaram cerca de R\$32 milhões de reais.

No estado do **Amazonas**, conforme informado pela Secretaria de Estado de Comunicação Social (SECOM-AM), mais de 90% dos estudantes da rede estadual foram impactados devido à impossibilidade dos alunos de comunidades rurais das cidades afetadas chegarem às escolas através do transporte hidroviário. No município de Manaus, que enfrenta a mais severa seca já registrada nos últimos 121 anos, foram identificadas 81 comunidades para o recebimento de ajuda humanitária, beneficiando aproximadamente 1.800 famílias até o momento.

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-6, indica que, o Sistema Cantareira que atualmente apresenta uma condição de normalidade (TSI-6 = -0.31), se manteve estável comparativamente ao mês anterior (Figuras 4 e 5) . A bacia afluente à Furnas também registrou estabilidade em relação ao mês anterior, atualmente classificada em uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica (TSI-12 = 0.09). Já a bacia afluente à UHE Três Marias registrou intensificação da seca hidrológica, apresentando neste mês de dezembro seca fraca (TSI-12 = -0.64). 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 nas bacias afluentes às UHEs Nova Ponte e Marimbondo indicam uma condição dentro da normalidade (TSI-12 = 0.04 e 0.41, respectivamente). Adicionalmente, nas bacias afluentes às UHEs Emborcação, Itumbiara e Jurumirim, foi registrada, em dezembro, intensificação da seca hidrológica, apresentando seca hidrológica moderada (TSI-12 = -1.18, -1.02 e -0.94, respectivamente), ao passo que no mês anterior estavam classificadas como seca hidrológica fraca. Finalmente, nas bacias afluentes às UHEs Capivara e Rosana, também observou-se a intensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (condição de normalidade), registrando no mês de dezembro uma seca hidrológica fraca (TSI-12 = -0.71 e -0.55).

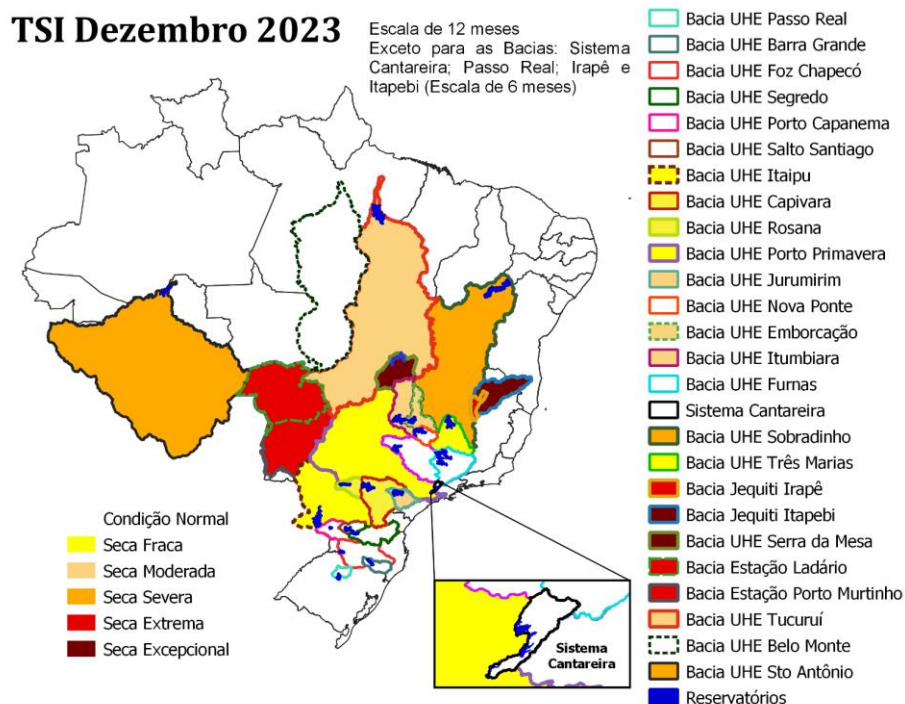


Figura 4 - Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI-12) para bacias afluentes a Usinas Hidrelétricas (UHE), o Sistema Cantareira e o Rio Paraguai, referente ao mês de dezembro de 2023.

Na região Centro-Oeste, a bacia afluyente à UHE Serra da Mesa apresentou intensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês anterior (seca extrema), registrando no mês de dezembro uma condição de seca hidrológica excepcional (TSI-12 = -2.40). Também no Centro-Oeste, as bacias afluentes às estações de Ladário e Porto Murtinho, localizadas às margens do rio Paraguai, apresentaram seca hidrológica extrema (TSI-12 = -1.93 e TSI= -1.73, respectivamente).

Na Região Sul do país, a bacia do rio Paraná até a UHE Itaipu encontra-se classificada, em dezembro, em uma seca hidrológica fraca (TSI = -0.57), visto que no mês de novembro apresentava condição de normalidade. As bacias afluentes às UHEs Segredo e Barra Grande, se mantiveram estáveis em relação ao mês anterior, com uma condição de normalidade (TSI= -0.20 e TSI= 1.03, respectivamente). A bacia afluyente à UHE Passo Real encontra-se numa condição de normalidade em relação à seca hidrológica, segundo o TSI na escala de 6 meses (TSI= 1.91), mesma situação que o mês anterior.

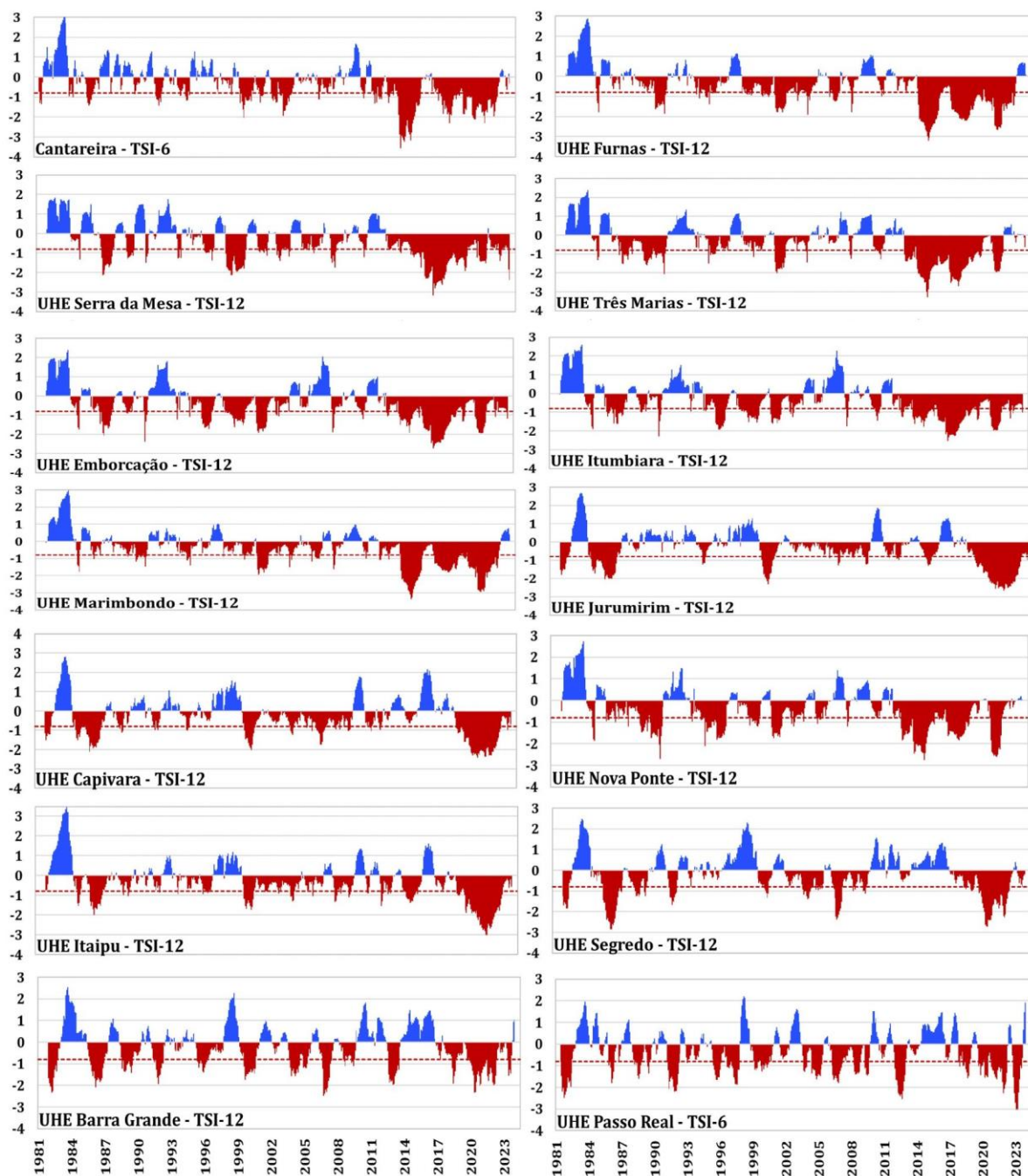


Figura 5 - Séries temporais do Índice Padronizado Bivariado (Chuva-Vazão) (TSI-12) para as bacias afluentes a UHEs das Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Sul do país (exceto Passo Real que utiliza TSI-6 devido ao tamanho da bacia), e para o Sistema Cantareira (TSI-6), entre o período de janeiro de 1981 a dezembro de 2023.

Condição atual de vazão e volume armazenado

Em dezembro de 2023, a vazão afluyente no Sistema Cantareira (Sudeste) foi 55% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com, aproximadamente, 72% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 60 e 100%). O atual volume armazenado no Sistema Cantareira caracteriza uma redução de 2% em relação ao final do mês anterior e uma situação significativamente melhor que no mesmo período do ano de 2022 (42%). Adicionalmente, representa uma condição melhor ao apresentado no período pré-crise, em dezembro de 2013 (27%).

Na bacia hidrográfica afluyente a UHE Três Marias (Sudeste), a vazão natural correspondeu a 25% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 31 de dezembro, com 48% de seu volume útil (faixa de operação “Atenção”, armazenamento entre 30 a 60%), uma redução de 3% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural registrada na bacia afluyente a UHE Furnas (Sudeste) correspondeu a 48% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de dezembro, foi 72% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 56 e 100%). O valor atual de armazenamento em Furnas representa uma redução de 2% em relação ao final do mês anterior.

Na bacia hidrográfica da UHE Serra da Mesa (Centro-Oeste) a vazão correspondeu a 36% da média histórica do mês de dezembro, e o reservatório operou, no final do mês, com 64% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 21 e 100%), representando uma redução de 2% 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 dezembro foi de 76% 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.

Nas bacias de drenagem das UHE's Segredo ou Gov. Ney Aminthas de Barros Braga, localizada no rio Iguazu (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), foram registradas no mês de dezembro vazões acima da média, assim como no mês anterior, com valores médios de 149%, 224% e 231% em relação a média histórica de dezembro. 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. O volume

armazenado nos reservatórios das UHE's Segredo, Barra Grande e Passo Real, fecharam o mês de dezembro com 90%, 93% e 86% 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 (Janeiro/2024), provavelmente já em seu ápice. Este episódio deve se estender ainda até maio/2024. O El Niño tem potencial para intensificar eventos extremos de tempo e clima (ondas de calor, chuvas intensas e secas). Durante as últimas 4 semanas, as anomalias das Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) têm se mantido estáveis nas regiões do Pacífico Central e Oeste (Niño 4), próximas à linha de Data Internacional (180W), e enfraquecido no Pacífico Leste, próximo à costa do Peru e Equador. As anomalias registradas durante a última semana são +1,0, +2,0, +1,9 e +1,4, 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 Outubro-Novembro-Dezembro o El Niño atual apresentou um ONI de **+1,9**, situando-o na **sexta** posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950. Nesta mesma época do ano (Outubro-Novembro-Dezembro), 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 OND, 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)*, do Centro Europeu (ECMWF), CPTEC/INPE e C3S) indicam chuvas abaixo da média no setor oeste-noroeste da Amazônia, durante o trimestre JFM/2024. Na região Sul há indícios de que o trimestre volte a acumular chuva acima da média, principalmente no sul do RS. As previsões subsazonais indicam chances para chuva acima da média no último decêndio de janeiro/2024.

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**

