



BOLETIM
MENSAL



MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Centro Nacional de Monitoramento e
Alertas de Desastres Naturais - Cemaden

ABRIL 2024

Ano 05 | Número 71

MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

BOLETIM - ABRIL 2024

Ano 05 | Número 71

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

Lidiane Costa

Larissa Antunes

Márcia Guedes

Regina Alvalá

Cemaden - Localização/ Contato

Estrada Doutor Altino Bondesan, 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) referente ao mês de abril indica municípios com condições de seca severa principalmente no norte do Amazonas, sul de Roraima, norte do Pará, grande parte do Amapá, oeste de Tocantins e região central de São Paulo. De acordo com o índice na escala de 6 meses, 43 municípios do interior de São Paulo estão classificados com seca extrema e 689 municípios distribuídos em todo o país, estão classificados com condições de seca severa.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (áreas agroprodutivas), 227 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de abril. Destaque para o estado de São Paulo que teve 96 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 abril de 2024, destaca-se no setor de abastecimento, o Cantareira, principal sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. O Sistema Cantareira que, após permanecer cinco meses consecutivos em condição de normalidade, voltou a exibir uma condição de seca hidrológica, atualmente, classificada em intensidade severa, de acordo com o Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI). Ainda no Sudeste, as bacias afluentes às UHEs Furnas (rio Grande) e Três Marias (rio São Francisco) estão classificadas em condição de seca hidrológica moderada e severa, respectivamente. Na região Centro-Oeste do país, a bacia afluente à UHE Serra da Mesa (rio Tocantins) encontra-se numa condição de seca hidrológica severa, ao passo que, as bacias afluentes às estações de monitoramento de Ladário e Porto Murtinho apresentam situação muito crítica, caracterizada por seca excepcional. Na bacia do rio Paraná, entre as regiões Sudeste e Sul do país, a seca hidrológica varia de moderada à excepcional. As sub-bacias afluentes às UHEs Nova Ponte e Rosana, por exemplo, estão classificadas em seca moderada, ao passo que na sub-bacia afluente à UHE Emborcação nota-se uma condição muito mais crítica, caracterizada por seca excepcional. Nas sub-bacias afluentes às UHEs Itumbiara, Porto Primavera, Jurumirim e Itaipu a seca hidrológica registrada, em abril, corresponde a extrema, enquanto que, nas sub-bacias afluentes às UHEs Capivara e Marimbondo observa-se uma seca de intensidade severa. Mais ao Sul do país, nas bacias afluentes às UHEs Segredo, Barra Grande, Passo Real, Foz do Chapecó, Porto Capanema e Salto Santiago, o índice TSI indica, para o mês de abril, uma condição de normalidade em relação à seca hidrológica. Na região Norte uma situação bastante crítica pode ser observada na bacia do rio Madeira, afluente à UHE Santo Antônio, que atualmente está classificada em seca excepcional. Ainda na bacia Amazônica, na sub-bacia afluente à UHE Belo Monte (rio Xingú) observa-se, atualmente, uma condição de seca hidrológica severa. Entre as regiões Centro-Oeste e Norte do país, a bacia afluente à UHE Tucuruí (rio Tocantins) está classificada em seca hidrológica extrema. Por fim, localizado entre as regiões Sudeste e Nordeste do país, a bacia afluente à UHE Sobradinho (rio São Francisco) está, atualmente, classificada em condição de seca hidrológica de intensidade severa.

O episódio atual do El Niño está no final do seu ciclo, porém ainda ativo (abril-maio/2024). É provável que este evento esteja relacionado às condições climáticas deflagradoras do desastre no Rio Grande do Sul. No mês de junho o Oceano Pacífico deve apresentar condições neutras. As chances são de 70% para que a La Niña inicie o seu ciclo durante o

trimestre Julho-Agosto-Setembro/2024. 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) concordam em indicar condições para chuvas abaixo da média em nos setores centro-sul dos estados do Amazonas e Pará, e nos estados de Rondônia e Acre, durante o trimestre maio-junho-julho/2024 (MJJ/2024). Nos setores leste da região Nordeste e Sul há chances incrementadas para chuvas acima da média no trimestre MJJ/2024. As previsões subsazonais indicam que maio deve ser um mês com volumes pluviométricos acima da média na Região Sul e na região da Zona da Mata nordestina. No restante do Brasil as condições de chuva serão de normais a abaixo da média até o fim de maio.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O Índice Integrado de Seca (IIS3) referente ao mês de abril indica municípios com condições de seca severa principalmente no norte do Amazonas, sul de Roraima, norte do Pará, grande parte do Amapá, oeste de Tocantins e região central de São Paulo. De acordo com o índice na escala de 6 meses, 43 municípios do interior de São Paulo estão classificados com seca extrema e 689 municípios distribuídos em todo o país, estão classificados com condições de seca severa.

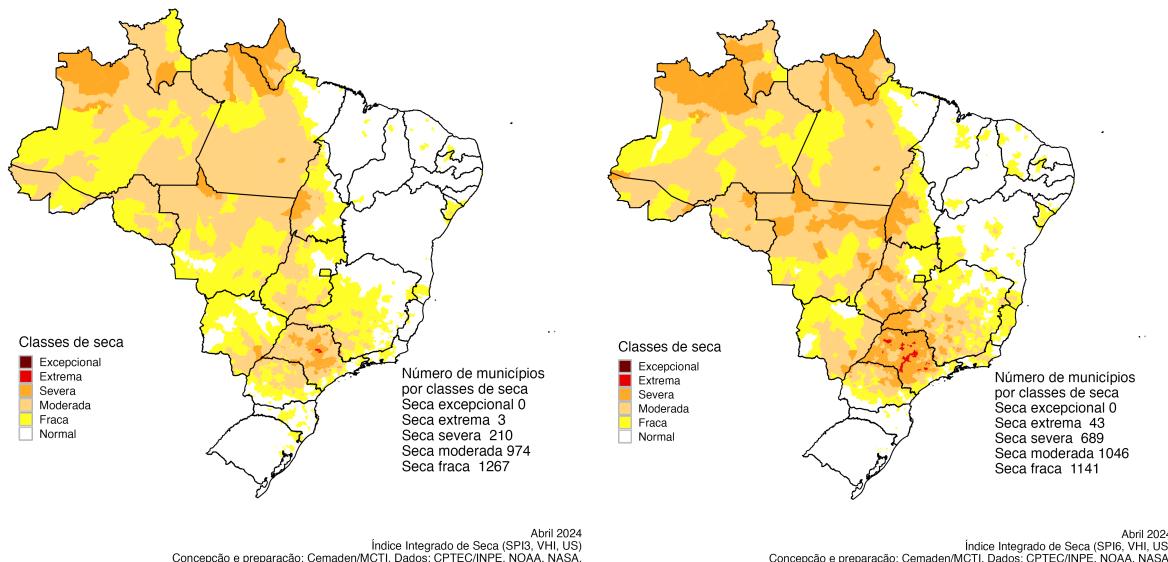


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de abril de 2024 nas escalas de 3 meses (IIS3, esquerda) e 6 meses (IIS6, direita).

PREVISÃO IIS PARA FEVEREIRO DE 2024

De acordo com a previsão de IIS-3 para o mês de junho nota-se que as condições de seca poderão ser intensificadas em toda a região central do Brasil. Destaque para o estado de São Paulo, onde o número de municípios com condição de seca extrema pode aumentar significativamente, saltando de 3 para 72.

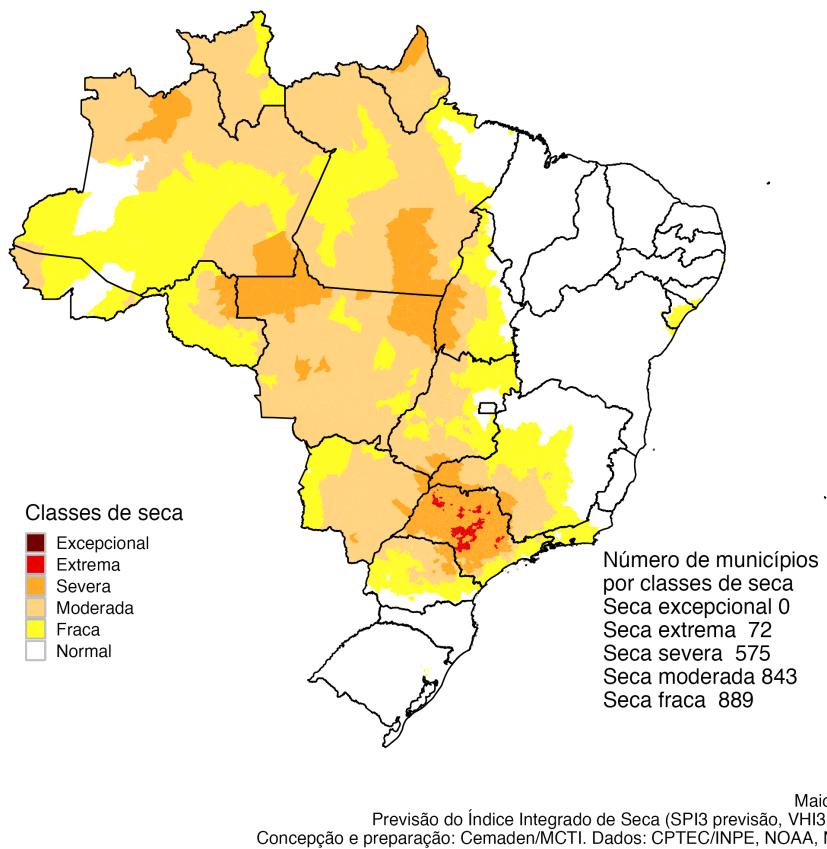


Figura 2 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de maio de 2024 na escala de 3 meses.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: VEGETAÇÃO E AGRICULTURA

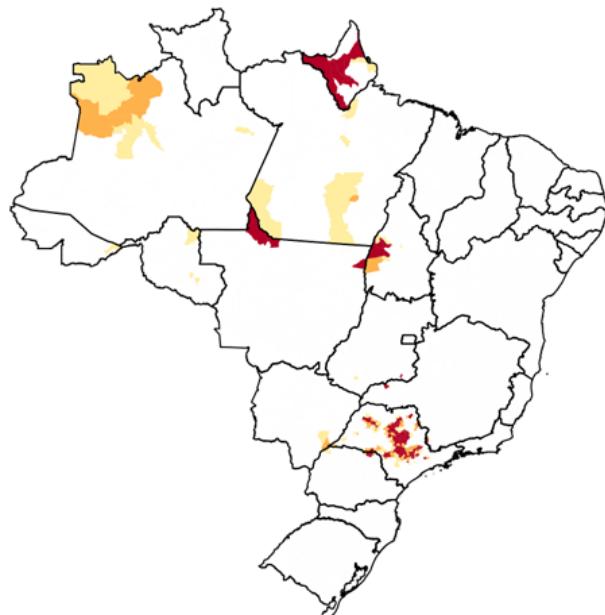
Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

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, 227 municípios apresentaram pelo menos 40% das suas áreas de uso impactadas no mês de abril de 2024 (Figura 4). Ressalta-se que à partir do boletim do mês de abril, para análise do impacto de seca, a categoria considerada será seca severa ou superior e não mais a classe moderada.

Desse total, 108 municípios apresentaram impacto da seca acima de 80% nas áreas agroprodutivas, distribuídos quase exclusivamente no estado de São Paulo (96) e os demais nos estados do Amapá (6), Paraná (5), Minas Gerais (3), Tocantins (3), Mato grosso (3) e Goiás (1). Além disso, outros 56 municípios apresentaram impacto de da seca de 60% à 80% da área agroprodutiva do município, sendo 47 deles em São Paulo e outros 63 municípios

apresentaram impacto da seca de 40% a 60%. Importante ressaltar que o mês de abril caracteriza o início do período seco para o estado de São Paulo.



	UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
CO	GO	1		1
	MS	1	2	
	MT			3
N	AC	2		
	AM	5	3	
	AP	1		6
	PA	4	1	
	RO	3		
	TO	4	1	3
SE	MG	1	2	3
	SP	38	47	91
S	PR	5	2	5

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 abril de 2024 para o Brasil.

REGISTRO DE IMPACTOS

De acordo com a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec), na primeira semana de maio, 621 municípios estavam com decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública vigente devido à seca ou estiagem. Quando analisados em conjunto com o Índice Integrado de Seca (IIS6), 68% (425 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 32% (196 municípios) ainda apresentavam condição de seca, sendo 53% sob condição de seca fraca, 36% com seca moderada, 11% em situação de seca severa. A maior concentração de municípios afetados pela seca severa encontra-se no estado de Goiás (11 municípios), Amapá (8 municípios) e Roraima (3 municípios).

Ainda conforme a Sedec, até a data de fechamento deste boletim, em abril, 28 municípios obtiveram o reconhecimento federal devido à seca. Estima-se que cerca de 270 mil pessoas foram afetadas, e os prejuízos na agricultura estimados em aproximadamente R\$75 milhões, enquanto os danos na pecuária totalizaram cerca de R\$120 milhões de reais.

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

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: RECURSOS HÍDRICOS

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

A partir do Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI), uma caracterização da seca nas principais bacias hidrográficas do país pode ser visualizada nas **Figuras 4 e 5**. De modo geral, a escala temporal padrão utilizada nas análises corresponde a 12 meses, exceto para algumas bacias cuja extensão é muito pequena comparativamente às demais. Nestas bacias menores, que possuem uma resposta hidrológica rápida aos eventos de precipitação, convencionou-se o uso da escala temporal de 6 meses (sistema Cantareira, Itapé, Itapebi e Passo Real). Ressalta-se que, o foco do monitoramento da seca hidrológica é para as bacias afluentes às principais usinas hidrelétricas (UHEs) do país, bem como, as bacias associadas ao abastecimento de água.

Na Região Sudeste, o TSI, indica que o Sistema Cantareira, atualmente, está classificado em seca hidrológica severa ($TSI-6 = -1,34$). Essa condição representa uma intensificação da seca comparativamente ao mês anterior, quando ainda notava-se uma seca de intensidade fraca na região. Ressalta-se que, após longos anos de seca consecutiva, uma condição de normalidade na região do Cantareira se estabeleceu durante um curto período de tempo, entre outubro de 2023 e fevereiro de 2024. A bacia afluente à UHE Furnas, atualmente, está classificada em uma seca hidrológica moderada ($TSI-12 = -1,27$), condição similar à do mês anterior. Na bacia afluente à UHE Três Marias a condição de seca atual, caracterizada como intensidade severa ($TSI-12 = -1,51$), se manteve estável comparativamente ao mês anterior. 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 e, principalmente, em 2022/2023, contribuíram na melhoria das condições hidrológicas destas duas bacias. Porém, nos últimos 5 meses a situação em ambas as bacias novamente está piorando em termos de seca hidrológica, com uma clara tendência negativa do TSI.

Ainda no Sudeste, na região do Vale do Jequitinhonha, no estado de Minas Gerais (rio Jequitinhonha), as bacias afluentes às UHEs Irapé e Itapebi apresentaram, em abril, condição de normalidade ($TSI-6 = 0,00$ e $TSI-6 = -0,41$). Em ambas as regiões, a atual condição se manteve estável comparativamente ao mês anterior.

Entre as regiões Sudeste e Sul do país está localizada a bacia do rio Paraná, que representa a maior capacidade instalada de geração de energia hidrelétrica do Brasil - 41,6 mil MW, com área total de, aproximadamente, 880 mil km² (10% do território nacional). No mês de abril, apenas nas sub-bacias afluentes às UHEs Marimbondo e Porto Primavera, que compõem a bacia do rio Paraná, foi registrada intensificação da seca hidrológica, comparativamente ao mês de março. Essas regiões estão classificadas, atualmente, em condição de seca de intensidade severa e excepcional ($TSI-12 = -1,57$ e $TSI-12 = -2,03$, respectivamente), ao passo que, em março, ainda estava estabelecida uma seca de intensidade moderada e extrema, respectivamente. Em contrapartida, na sub-bacia afluente à UHE Rosana, a condição atual, caracterizada por seca hidrológica moderada ($TSI-12 = -1,28$) representa uma condição melhor comparativamente ao mês anterior (seca severa). Ainda na bacia do rio Paraná, as sub-bacias afluentes às UHEs Emborcação, Itumbiara, Jurumirim, Itaipu, Capivara e Nova Ponte mantiveram-se estáveis com relação ao mês anterior. A atual condição de seca hidrológica em tais áreas é correspondente a excepcional ($TSI-12 = -2,02$), extrema ($TSI-12 = -1,88$), extrema ($TSI-12 = -1,96$), extrema ($TSI-12 = -1,80$), severa ($TSI-12 = -1,35$) e moderada ($TSI-12 = -1,26$), respectivamente.

Na região Centro-Oeste do país, a bacia afluente à UHE Serra da Mesa (rio Tocantins), que atualmente está classificada em seca hidrológica de intensidade severa ($TSI-12 = -1,31$), apresentou intensificação dessa condição comparativamente ao mês anterior (moderada). Ainda no Centro-Oeste, as bacias afluentes às estações de Ladário e Porto Murtinho, localizadas às margens do rio Paraguai, continuam, assim como no mês passado, em condição de seca hidrológica excepcional ($TSI-12 = -3,15$ e $TSI = -3,08$, respectivamente).

Na região Norte uma situação bastante crítica pode ser observada na bacia do rio Madeira, afluente à UHE Santo Antônio, que atualmente está classificada em seca excepcional ($TSI-12 = -2,32$). Esta situação representa uma condição de estabilidade da seca hidrológica comparativamente ao mês anterior. Ainda na bacia Amazônica, na sub-bacia afluente à UHE Belo Monte ocorreu desintensificação da seca no mês de abril, comparativamente a março. Atualmente, esta bacia está classificada em seca hidrológica de intensidade severa ($TSI-12 = -1,48$), ao passo que, em março, a condição ainda era de seca extrema.

Entre as regiões Centro-Oeste e Norte do país, a bacia afluente à UHE Tucuruí (rio Tocantins) está classificada em seca hidrológica extrema ($TSI-12 = -1,96$), condição que se manteve estável quando comparado ao mês anterior. Adicionalmente, a bacia afluente à UHE Sobradinho (rio São Francisco), localizada entre as regiões Sudeste e Nordeste do país, exibiu uma desintensificação da seca hidrológica, passando de uma condição severa em março para uma intensidade moderada em abril ($TSI-12 = -1,27$).

Na região Sul do país, em contrapartida, as bacias afluentes às UHEs Segredo, Barra Grande, Passo Real, Foz do Chapecó, Porto Capanema e Salto Santiago se mantiveram estáveis em relação ao mês anterior, em uma condição de normalidade em relação a seca hidrológica ($TSI-12 = -0,08$, $TSI-12 = 1,37$, $TSI-6 = 1,69$, $TSI-12 = 1,23$, $TSI-12 = -0,01$ e $TSI-12 = -0,07$, respectivamente).

TSI Abril 2024

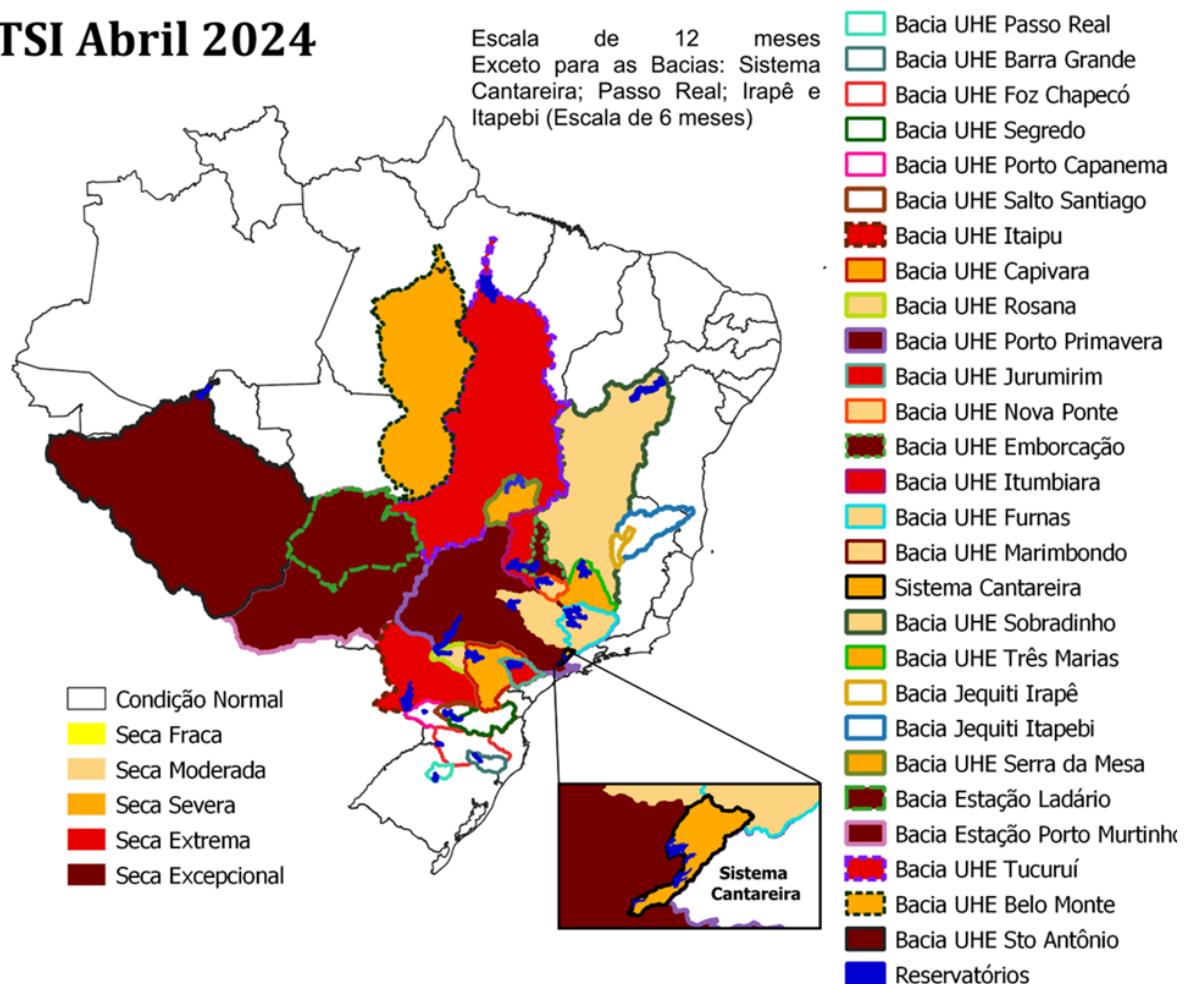


Figura 4 - Índice Padronizado Bivariado (Chuva-Vazão) - TSI-12 (Two-variate Standardized Index) - para o mês de abril. As delimitações coloridas representam as principais bacias monitoradas ao longo do país com suas respectivas classes de seca (variando de excepcional a seca fraca) e à condição dentro da normalidade. Fonte dos dados entre Jan/1981-Abr/2024: Precipitação (CHIRPS); e Vazão (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico -ANA/Operador Nacional do Sistema Elétrico -ONS).

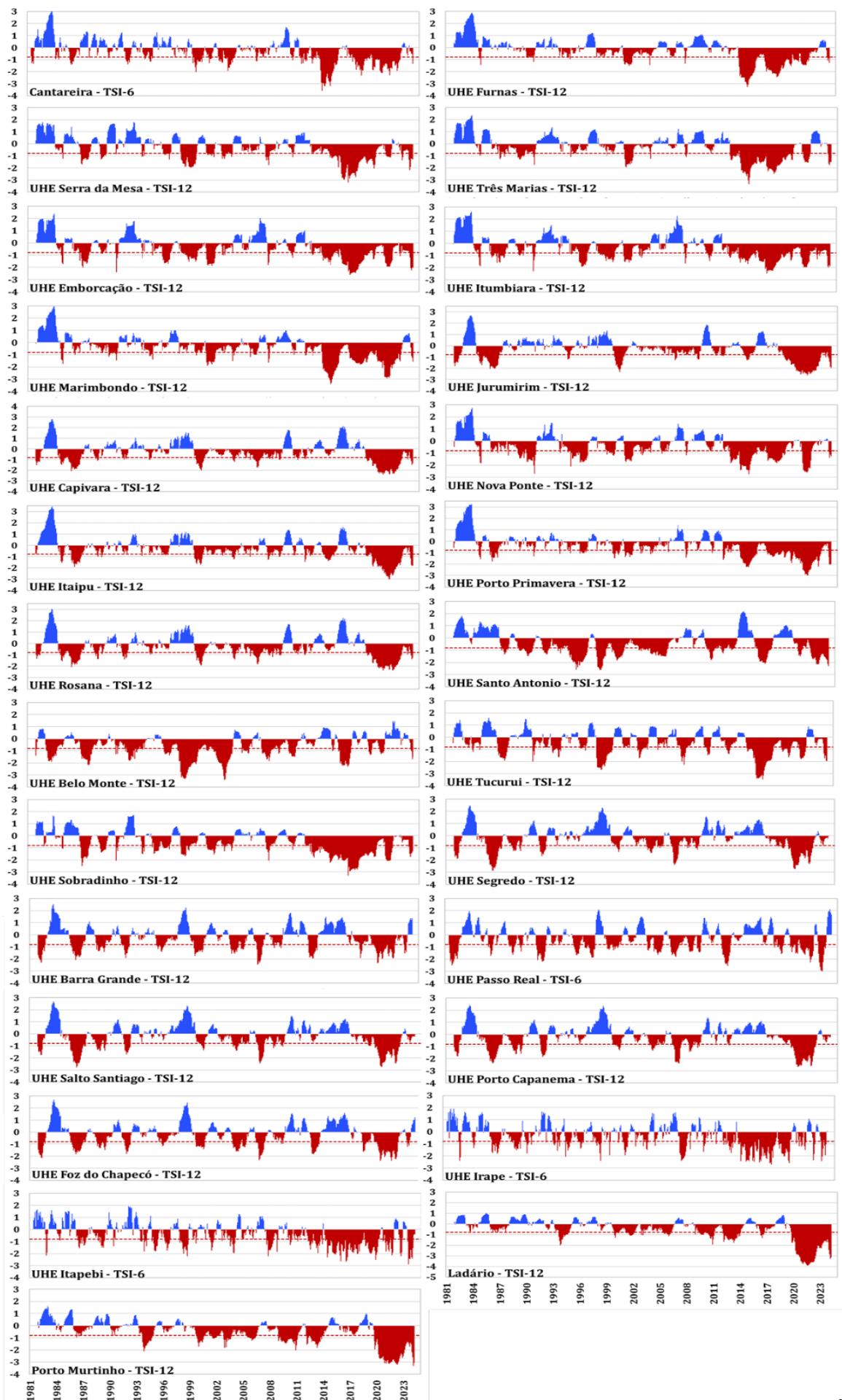


Figura 5 - Séries temporais do Índice Padronizado Bivariado (Chuva-Vazão) (TSI-12 e TSI-6) para as bacias afluentes às UHEs das Regiões Sudeste, Norte, Centro-Oeste e Sul do país e para o Sistema Cantareira, entre o período de janeiro de 1981 a abril de 2024.

Condição atual de vazão e volume armazenado

Em abril de 2024, a vazão afluente no Sistema Cantareira (Sudeste) foi 58% da média histórica do mês, e os reservatórios fecharam o mês com, aproximadamente, 74% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 60 e 100%). O atual volume armazenado no Sistema Cantareira caracteriza uma queda de 4% em relação ao final do mês anterior, e um patamar inferior comparado ao mesmo período do ano de 2023 (86%). Adicionalmente, representa uma condição melhor ao apresentado no período pré-crise, em abril de 2013 (63%).

Na bacia hidrográfica afluente a UHE Três Marias (Sudeste), a vazão natural correspondeu a 79% da média histórica do mês, e o reservatório operou, em 30 de abril, com 68% de seu volume útil (faixa de operação “Atenção”, armazenamento entre 30 a 60%), caracterizando um aumento de 3% em relação ao final do mês anterior.

Ainda no Sudeste, a vazão natural registrada na bacia afluente a UHE Furnas correspondeu a 76% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, no final de abril, foi 76% do volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 56 e 100%). O valor atual de armazenamento em Furnas representa uma condição de estabilidade em relação ao final do mês anterior.

Na bacia hidrográfica da UHE Serra da Mesa (Centro-Oeste) a vazão correspondeu a 89% da média histórica do mês de abril, e o reservatório operou, no final do mês, com 77% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”, armazenamento entre 21 e 100%), caracterizando um aumento 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 apresentou uma elevação comparativamente ao mês anterior, com valor médio de 84% da média histórica para o mês de abril. Ressalta-se que, a bacia afluente a UHE Itaipu vem apresentando uma alta variabilidade de vazões ao longo dos últimos anos, com longos períodos de seca intercalados por volumes abundantes precipitações, em um curto intervalo de tempo. A partir de dezembro de 2018, por exemplo, foram registrados valores de vazões abaixo da média histórica de modo sistemático até dezembro de 2022 (à exceção de outubro de 2022, quando a vazão foi 123% da média), período este caracterizado inclusive, em alguns momentos, por vazões próximas ou inferiores às vazões mínimas absolutas. E a partir de janeiro de 2023 as

vazões se mantiveram acima da média por um curto intervalo de tempo (entre janeiro a março), seguido novamente por vazões inferiores à média histórica, situação que permaneceu até mês de março de 2024 (à exceção de novembro de 2023, quando a vazão foi 117% da média histórica).

Na bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí (no Estado do RS), também foi registrado um incremento da vazão comparativamente ao mês anterior, com valor médio equivalente a 213% acima da média histórica de abril. Em função da elevação significativa da vazão nessa bacia, foi registrado um aumento do armazenamento de 15% comparativamente ao mês anterior, fechando o mês de abril com 87% da capacidade total. Ressalta-se que esta bacia, assim como Itaipu, vem exibindo uma forte variabilidade das vazões médias. Entre outubro de 2022 e abril de 2023, por exemplo, foram registradas, em Passo Real, 6 quebras de recordes mínimos absolutos para o período. No entanto, desde setembro de 2023 vem sendo registrado valores de vazão muito superiores à média, atingindo até valores correspondentes 295% acima da média histórica (ocorrido em novembro de 2023).

Ainda no Sul do país, 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 média durante o mês de abril apresentou uma queda em relação ao mês anterior, com valor equivalente a 110% da média histórica esperada para esse período. Consequentemente, foi registrado queda (6%) do volume armazenado, fechando o mês com 62% da capacidade total. Ainda na região Sul, na UHE Barra Grande, localizada no rio Uruguai (entre os Estados de SC e RS), a vazão média em abril se manteve, aproximadamente, estável em comparação com o mês anterior, equivalente a 99% da média histórica. Já o volume armazenado em Barra Grande apresentou uma queda (5%) comparativamente ao mês anterior, fechando o mês de abril com cerca de 57% da capacidade total.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

O episódio atual do El Niño está no final do seu ciclo, porém ainda ativo (abril-maio/2024). É provável que este evento esteja relacionado às condições climáticas deflagradoras do desastre no Rio Grande do Sul. No mês de junho o Oceano Pacífico deve apresentar condições neutras. As chances são de 70% para que a La Niña inicie o seu ciclo durante o trimestre Julho-Agosto-Setembro/2024. Esta chance é mais do que o dobro da chance climatológica. As anomalias registradas durante a última semana são +0,8, +0,3, +0,5 e +0,8, 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 Fevereiro-Março-Abril o El Niño atual apresentou um ONI de **+1,1**, situando-o na **sétima** posição, em um ranking de episódios registrados desde 1950. Nesta mesma época do ano, o episódio

mais intenso registrado foi o de 2015/2016, considerado um *super El Niño*. Neste mesmo período de sua evolução o *super El Niño* registrava um ONI de +1,6. 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) concordam em indicar condições para chuvas abaixo da média em nos setores centro-sul dos estados do Amazonas e Pará, e nos estados de Rondônia e Acre, durante o trimestre maio-junho-julho/2024 (MJJ/2024). Nos setores leste da região Nordeste e Sul há chances incrementadas para chuvas acima da média no trimestre MJJ/2024. As previsões subsazonais indicam que maio deve ser um mês com volumes pluviométricos acima da média na Região Sul e na região da Zona da Mata nordestina. A partir de maio inicia-se a estação seca climatológica na região de monção da América do Sul. Isto significa que é normal que os estados das regiões Sudeste e Centro-Oeste tenham um regime pluviométrico com valores mensais inferiores a 50 mm por mês.

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 Cúpulas, 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