

MAIO DE 2021

Ano 05 | Número 36

BOLETIM

MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Diretor do Cemaden

Oswaldo Luiz Leal de Moraes

Coordenador Geral de Pesquisa e Desenvolvimento

José A. Marengo

Revisão Científica

Adriana Cuartas

Ana Paula Cunha

Pesquisadores

Aliana Maciel

Christopher Cunningham

Daniela França

Elisângela Broedel

João Garcia

José Maria Costa

Karinne Deusdará-Leal

Lidiane Costa

Marcelo Zeri

Regina Alvalá

Valesca Fernandes



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**



SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de maio, quando comparado ao do mês de abril, aponta a permanência das condições de seca em grande parte do Brasil, além da sua intensificação principalmente nas regiões Norte e Nordeste e em estados do centro-sul do país.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 2.445 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de maio. De forma geral as regiões mais impactadas foram Sudeste e Sul, que tiveram respectivamente 63% e 56% dos municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, na Região Sul destacam-se a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu, com vazão de 46% da média histórica, valor menor que o mínimo absoluto já registrado no período 1993-2020 para o mês de maio. A UHE de Segredo, que no início da estação chuvosa de 2020 registrou valores de vazão inferiores aos mínimos absolutos, apresentou uma melhora significativa a partir de dezembro, contudo, a partir de março de 2021 vem registrado valores abaixo da média histórica, e no mês de maio a vazão foi cerca de 25% da média. A UHE de Passo Real, ainda na região Sul, com vazão igual a 39% do esperado no mês. Na Região Centro-Oeste, as vazões naturais da UHE de Serra da Mesa foram 69% da média, e o nível de armazenamento do reservatório permaneceu em 37% no final de maio. Na Região Sudeste, destaque para a UHE de Furnas que registrou no mês de maio cerca de 45% da vazão média e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 3% do volume útil. Ainda no Sudeste do país, o reservatório da UHE de Três Marias apresenta uma situação menos crítica em termos de volume armazenado no reservatório, com 66% do volume útil, no entanto a vazão natural ficou em torno de 45% da média do mês de maio. Adicionalmente, no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, a vazão afluyente foi 34% da média, e o armazenamento em torno de 48% do volume útil, situação pior quando comparado ao mesmo período do ano de 2020 (58%).

O ciclo da mais recente La Niña terminou, porém, este episódio muito provavelmente teve influência para compor o cenário crítico de seca no Brasil central. Esta situação de neutralidade deve perdurar durante o trimestre junho-julho-agosto de 2021 (JJA/2021). Ainda que não haja influência da La Niña, vale recordar que os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Mato Grosso se encontram em período climatológico de estiagem, durante o qual não ocorre chuva substancial. As previsões sazonais multi-modelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em maio/2021) concordam em prever, durante JJA/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. O modelo de previsão sazonal do Centro Europeu (ECMWF) também indica um cenário equivalente. Em termos da climatologia de chuva, os estados da Região Sul apresentam bons índices pluviométricos durante o trimestre JJA. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para a Região Sul, um cenário desfavorável para a precipitação até meados de julho.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O IIS é calculado a partir da combinação do SPI (escalas de três e seis meses), com o Índice de Saúde da Vegetação (VHI) e com dados de umidade do solo. Estes dois últimos estimados por satélite. De modo geral, as condições de seca nas categorias de moderada à extrema predominam entre os estados do Mato Grosso do Sul e São Paulo (Figura 1). Em comparação ao mês de abril, observou-se a intensificação das condições de seca principalmente na região central do estado de Minas Gerais, grande parte da Região Norte do país, no Mato Grosso do Sul, e porção oeste da Região Nordeste. Houve, também, um enfraquecimento da seca em parte do Rio Grande do Sul (Figura 2). Em relação à duração da seca (contabilizada pelo SPI), esta é superior a seis meses, sobretudo na porção sul da Região Centro-Oeste, e no noroeste do estado de São Paulo.

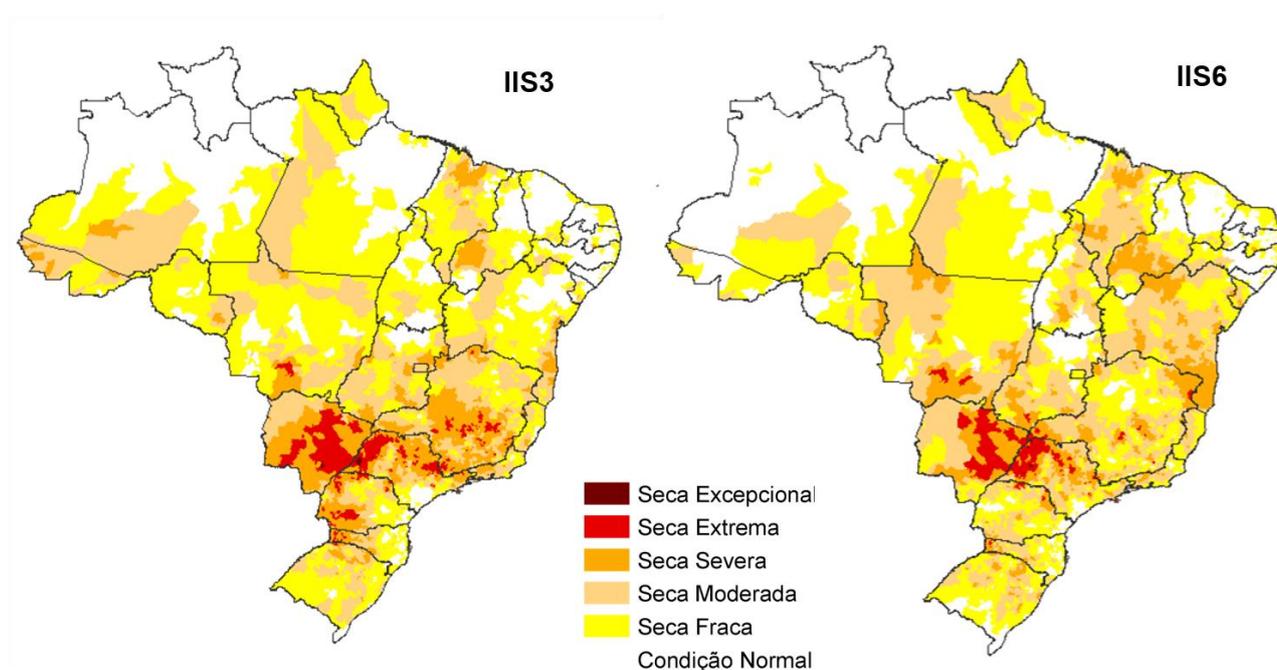


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de maio de 2021 nas escalas: a) 3 meses (IIS-3) e b) 6 meses (IIS-6).

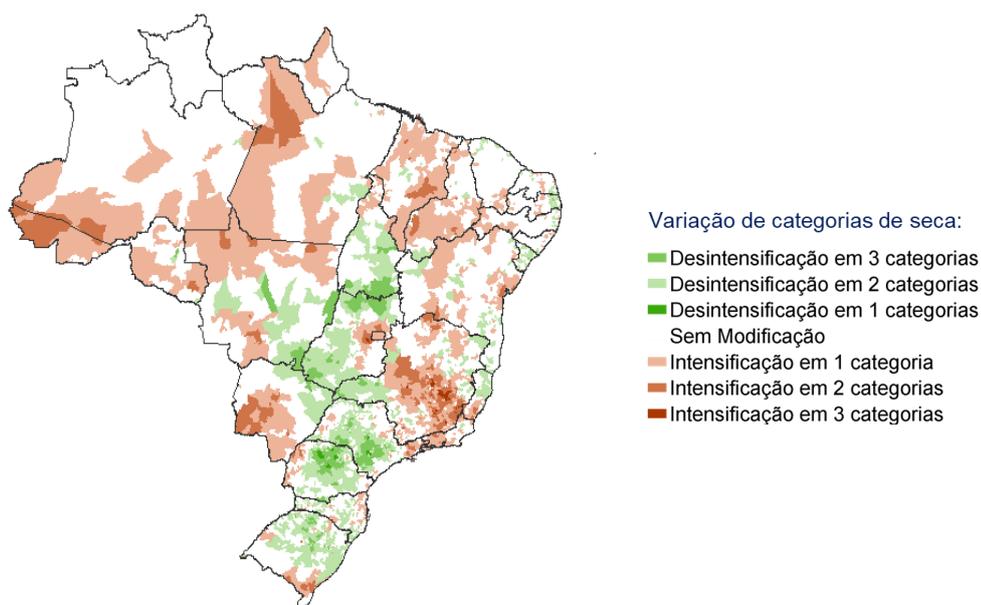


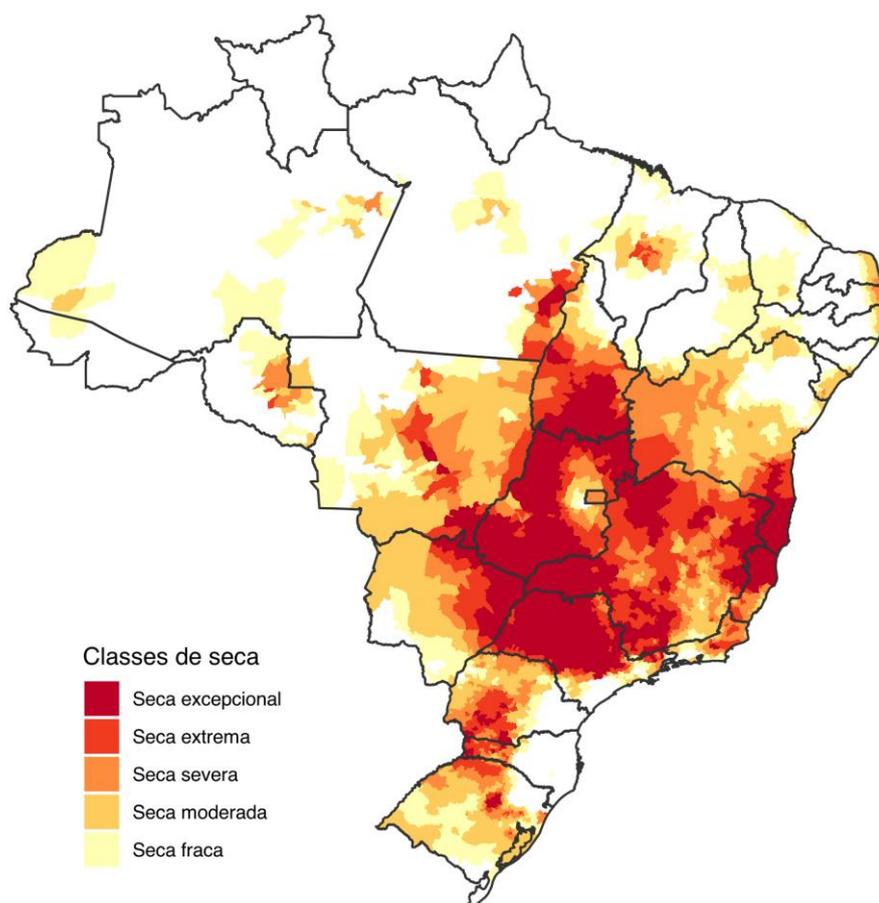
Figura 2 - Variação observada do Índice Integrado de Seca (IIS) entre os meses de maio e abril de 2021.

CONDIÇÕES DA UMIDADE DO SOLO – BRASIL: MAIO/2021

Perdas na produtividade agrícola podem ocorrer devido a períodos prolongados de seca e valores baixos de água disponível no solo, especificamente valores abaixo de 40%. O mapa mostra classes de seca baseadas na fração de água no solo em relação à média histórica. Os dados são derivados do satélite Grace (NASA), que estima a quantidade de água em uma camada de 1 m de solo a partir de perturbações na gravidade causadas pela presença da umidade. Esse produto tem resolução espacial de aproximadamente 25 km, gerados 4 vezes por mês. Os resultados mostrados aqui representam a média dos resultados divulgados para o mês de maio.

As classes de seca baseadas na umidade do solo para o mês de maio de 2021 são mostradas na Figura 3. Os estados mais afetados com seca excepcional são Tocantins, Goiás, São Paulo e Minas Gerais. Adicionalmente, partes do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná e Bahia também apresentaram baixos níveis de água no solo e seca excepcional.

Água no solo para Maio 2021 (classes de seca)



Dados: NASA/GRACE. Preparação: CEMADEN/MCTI.

Figura 3 - Classes de seca baseadas na água no solo para o mês de maio de 2021.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: VEGETAÇÃO E AGRICULTURA

Estimativa das Áreas com Condição de Estresse Hídrico

A avaliação de impactos do déficit hídrico na vegetação é realizada por meio do Índice de Saúde da Vegetação (VHI). A condição de estresse hídrico acontece quando a água armazenada no solo é insuficiente para sustentar o crescimento vegetal. Em termos gerais, houve um aumento das áreas com condição de estresse hídrico para todas as regiões (Figura 4). A região com o maior percentual de área vegetada com estresse hídrico é a Sul, com 41,8% (241 mil km²), que teve uma pequena variação comparada ao mês anterior (abril) 41,3% (238 mil km²), em abril. As regiões Sudeste e Centro-Oeste foram as que tiveram os maiores percentuais de área vegetada com condição de estresse hídrico e maior aumento em relação ao mês anterior (abril). A Região Sudeste apresentou 35,8% (331 mil km²) da área vegetada com condição de estresse hídrico no mês de maio. A Região Centro-Oeste,

por sua vez, apresentou 35,6% (572 mil km²) de área vegetada impactada. As regiões Nordeste e Norte apresentaram, no mês de maio, um total da área vegetada com condição de estresse hídrico com, respectivamente, 14,8% (231 mil km²) e 8,0% (308 mil km²), valores superiores ao mês de abril, que foram respectivamente 11,7% (181 mil km) e 6,8% (262 mil km).

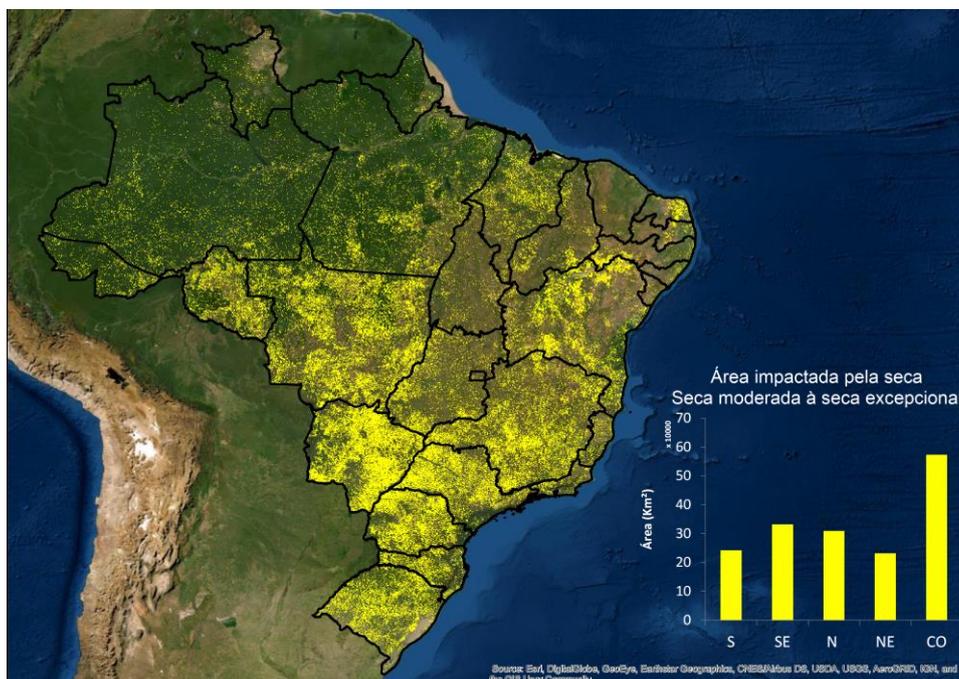
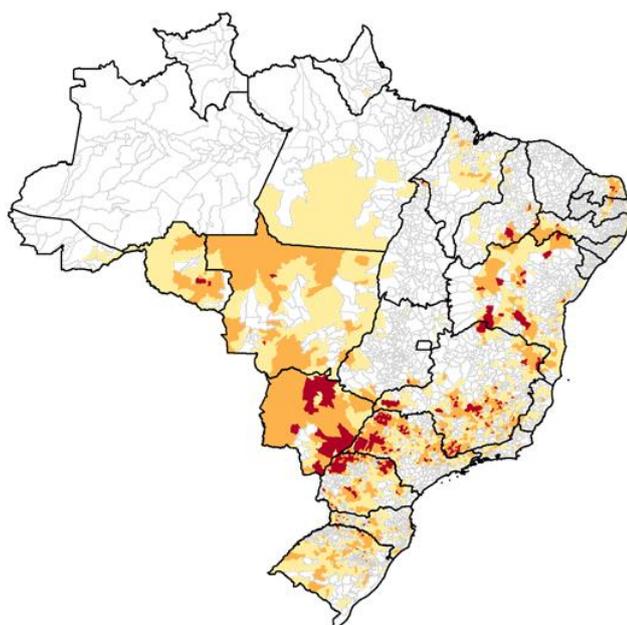


Figura 4 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para maio e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), de acordo com o índice VHI, 2.445 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de maio (Figura 5). Os estados de Minas Gerais (554), São Paulo (438) foram os que tiveram um maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%, com respectivamente 78 e 101 destes municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva. O destaque do mês é o estado o Mato Grosso do Sul que teve 94% dos municípios (74) com área agroprodutiva afetada acima de 40%, sendo respectivamente 15 municípios entre 40% a 60%, 31 municípios entre 60% a 80% e 28 municípios acima de 80%. De forma geral as regiões mais impactadas foram Sudeste e Sul, que tiveram respectivamente 63% e 56% dos municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40% e a menos impactada a região Norte com apenas 17% dos municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%.



CENTRO-OESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
GO	23	12	1
MS	15	31	28
MT	53	49	2
NORDESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AL	9	2	
BA	96	61	19
CE	1	1	
MA	58	14	
PB	20	7	2
PE	21	12	1
PI	32	11	4
RN	16	32	5
SE	1	1	
NORTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AC	4		
AP	1		
PA	16		
RO	24	17	3
TO	6	4	1
SUDESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
ES	26	9	
MG	266	210	78
RJ	22	6	
SP	168	169	101
SUL			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
PR	102	97	60
RS	168	79	8
SC	107	44	9

Figura 5 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas) de acordo com o VHI, referente ao mês de maio de 2021 para o Brasil.

REGISTROS DE IMPACTOS

Nos estados de São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, prejuízos ao desenvolvimento das lavouras de milho segunda safra foram observados, com perdas na produtividade e expectativa de impactos na avicultura e na suinocultura, conforme informações da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), do Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA) e do Instituto Agrônomo (IAC). No estado do Paraná, houve perdas nas lavouras de feijão, com redução de 38% na produção em relação ao esperado (equivalente a 192 mil toneladas), segundo o Departamento de Economia Rural (Deral) do Paraná. Enquanto em Santa Catarina, foram registradas perdas na produtividade das lavouras de milho e feijão 2ª safra, como informado pelo Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri/Cepa).

RISCO DE SECA NA AGRICULTURA FAMILIAR

O mapa de risco de seca para a agricultura familiar é elaborado mensalmente a partir das variáveis físicas de ameaça de seca, tais como o déficit de precipitação, umidade do solo e índice de vigor vegetativo, combinadas com informações sobre as vulnerabilidade e capacidades locais da agricultura familiar. O mapa o risco é elaborado com foco na agricultura não irrigada, e considerando neste primeiro momento, o cultivo de feijão de acordo com o calendário agrícola disponibilizado pela CONAB. O Boletim do Risco de Seca

na Agricultura Familiar aponta o risco mensal durante o ciclo do feijão, considerando os municípios que estão no seu primeiro mês de plantio, no período crítico (segundo mês) e os que finalizaram a safra (terceiro mês). Nesta edição, o destaque da avaliação do risco é para o plantio iniciado no mês de maio, nessas condições, 23 municípios apresentaram risco muito alto, 324 municípios risco alto e 835 risco moderado.

Para mais detalhes, consulte o relatório na íntegra: <http://www2.cemaden.gov.br/risco-de-seca-na-agricultura-familiar-maio2021/>.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: RECURSOS HÍDRICOS

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

O IIS-6 para a área da bacia afluente ao reservatório da UHE de Serra da Mesa (Centro-Oeste) apresenta uma situação de normalidade à seca moderada (Figura 6). Para as bacias das UHEs de Três Marias, Furnas e para o Sistema Cantareira (Sudeste), o IIS-6 indica seca variando de fraca à extrema. Para a bacia da UHE de Itaipu, o IIS-6 indica uma melhoria da condição de seca em relação ao mês anterior, embora ainda predominem condições de seca moderada à extrema. Nas bacias localizadas na Região Sul do país (incluindo as UHE de Segredo, Barra Grande e Passo Real), pode ser observada uma situação de seca fraca, indicando uma melhoria da condição principalmente para a bacia da UHE Passo Real, localizada no Rio Grande do Sul.

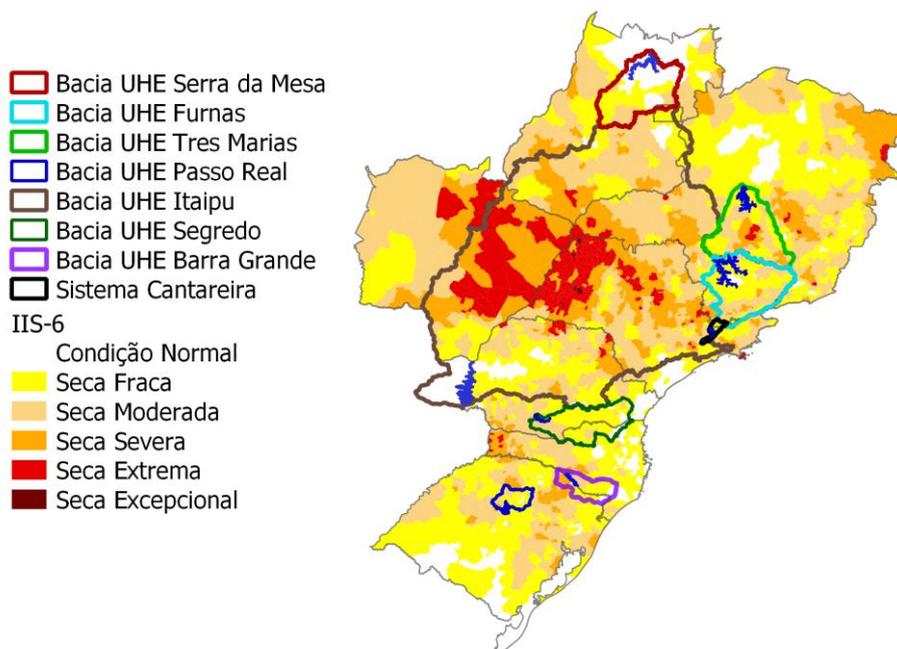


Figura 6 - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de maio de 2021.

Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que o Sistema Cantareira se encontra em condição de seca hidrológica severa (SSFI-12 = -1,5). As UHEs Furnas e Três Marias apresentam condição de seca hidrológica moderada (-1,1 e -0,9, respectivamente), e a UHE Serra da Mesa em condição de seca hidrológica fraca (-0,8) no mês de maio. Ressalta-se que as bacias hidrográficas afluentes a estas UHE vêm enfrentando condições críticas, em termos de disponibilidade hídrica, desde 2014, ano que ocorreu a grande seca na Região Sudeste do Brasil, como se observa na Figura 7.

Na Região Sul, especial atenção para a UHE de Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica excepcional (-3,1 pelo 4º mês consecutivo), e vem enfrentando condições de seca hidrológica entre moderada e excepcional desde janeiro de 2019. As UHE Segredo e Barra Grande se encontram em condição de seca hidrológica severa e moderada, respectivamente para o SSFI-12. Para Passo Real, o SSFI-6 indica situação de seca hidrológica moderada. O fato desta bacia ter uma menor área de captação faz com que sua resposta hidrológica seja mais rápida e, por isto, o indicador hidrológico de apenas 6 meses seja o mais indicado.

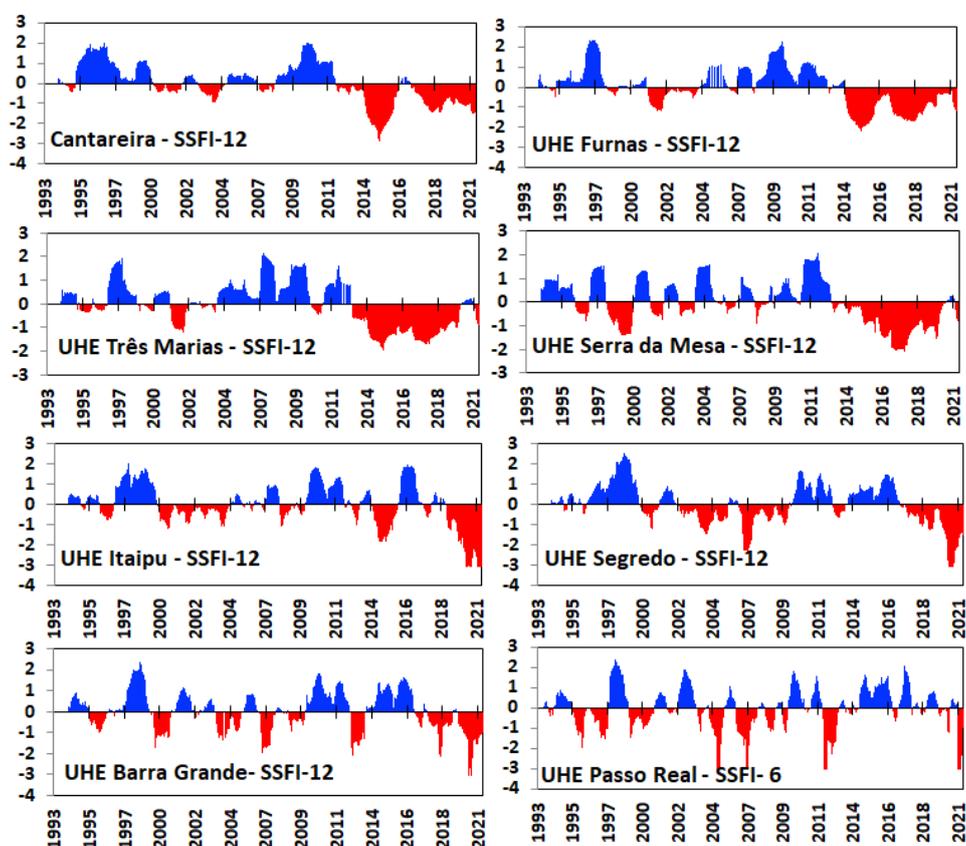


Figura 7 - Índice Padronizado de Vazão (SSFI-12) para o Sistema Cantareira e UHE das Regiões Sudeste e Sul, e SSFI-6 para a UHE Passo Real, para o período de janeiro de 1993 a maio de 2021.

Em maio de 2021, a vazão afluente no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, foi 34% da média histórica do mês e os reservatórios fecharam o mês com 48% do volume útil (faixa de operação “Atenção”), representando uma diminuição de aproximadamente 3% em relação ao final do mês anterior. Para o reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural foi 45% da média do mês e o reservatório operou, em 31 de maio de 2021, com 66% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”), apresentando uma diminuição de 4% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural do reservatório da UHE Furnas representou 45% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de maio, foi 37% do volume útil, representando uma redução de 2% em relação ao final do mês anterior. No reservatório da UHE Serra da Mesa a vazão natural representou 69% da média do mês de maio. O reservatório operou em situação estável este mês, permanecendo com o mesmo percentual (37%) apresentado no final do mês passado.

Para a Região Sul do país, na bacia hidrográfica da UHE Itaipu, localizada no Rio Paraná – Santa Catarina, uma das maiores hidrelétricas do mundo, a vazão foi 46% da média histórica para o mês de maio, valor menor que o mínimo absoluto já registrado no período 1993-2020. Na bacia de drenagem da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizada no Rio Iguaçu, a vazão representou 25% da média do mês de maio, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 59%, o que representa uma diminuição de 2% em relação ao mês anterior. Na bacia afluente à UHE Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) a vazão representou 39% da média. O nível de armazenamento do reservatório atingiu 60% no final de maio, representando um acréscimo de 5% em relação ao valor no final de abril. Para a bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão afluente registrada foi 69% da média, e o armazenamento no reservatório foi 31% do seu volume útil, o que representa um acréscimo de 3% em relação ao mês anterior.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

Embora as águas superficiais no Pacífico ainda estejam ligeiramente frias, os indicadores atmosféricos mostram patamares de neutralidade. Em outras palavras, a última La Niña terminou seu ciclo e tampouco há condições de El Niño. Esta situação de neutralidade deve perdurar durante o trimestre junho-julho-agosto de 2021 (JJA/2021), segundo a previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute*, ambos dos EUA. O cenário crítico de seca no Brasil central (seca severa a extrema), muito provavelmente se deve à influência da La Niña durante a última estação chuvosa. A La Niña atua no sentido de *umentar a chance para déficit de chuva* na Região Sul e no Brasil-Central.

As previsões sazonais multi-modelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em maio/2021) concordam em prever, durante JJA/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul. O modelo de

previsão sazonal do Centro Europeu (ECMWF) também indica um cenário equivalente. Vale recordar que os estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Mato Grosso se encontram em período climatológico de estiagem, durante o qual não ocorre chuva substancial. Este período se prolonga até setembro-outubro, quando é esperado que se inicie a próxima estação chuvosa. Diferentemente, os estados da Região Sul apresentam bons índices pluviométricos durante o trimestre JJA.

As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para a Região Sul, um cenário desfavorável para a precipitação até meados de julho. Durante os meses de maio a agosto não há atividade relevante da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) que possa influenciar o padrão de chuvas no Brasil. Durante o verão (setembro a março) a OMJ tem influência positiva em episódios de chuva no Brasil.

NOTAS EXPLICATIVAS

Índice Integrado de Seca (IIS)

Índice Integrado de Seca (IIS) consiste na combinação do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) com o Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI) ou com o Índice de Saúde da Vegetação (VHI), ambos estimados por sensoriamento remoto. O SPI é um índice amplamente utilizado para detectar a seca meteorológica em diversas escalas e pode ser interpretado como o número de desvios padrões nos quais a observação se afasta da média climatológica. O índice negativo representa condições de déficit hídrico, nas quais a precipitação é inferior à média climatológica. O índice positivo representa condições de excesso hídrico, que indicam precipitação superior à média histórica. Para integrar o IIS, o SPI é calculado a partir de dados observacionais de precipitação disponíveis no CEMADEN, no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Centros Estaduais de Meteorologia. O SPI é calculado com base na formulação proposta por McKee et al. (1993) e considerando as escalas de 3, 6 e 12 meses, obtendo como produto final SPI na resolução espacial de 5km. O IIS possui as seguintes classes: condição normal (6), seca fraca (5), seca moderada (4), seca severa (3), seca extrema (2) e seca excepcional (1).

Índice de Suprimento de Água para a Vegetação (VSWI ou ISACV)

O VSWI é calculado a partir do Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI, sigla em inglês) e da temperatura da superfície, ambos do sensor MODIS a bordo dos satélites Terra e Aqua, disponibilizadas pelo *Earth Observing System* (EOS/NASA), com resolução espacial de 250m e 1km. Durante período de seca, o suprimento de água no solo não atende à demanda de água para o crescimento da vegetação. 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, humidade). O índice VHI foi utilizado em vários países na detecção e avaliação do stress de vegetação devido a situações de seca (condições de humidade 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.

Água disponível no solo com o índice SMI

A água disponível no solo é calculada utilizando-se da metodologia do Índice de Umidade do Solo (SMI, na sigla em inglês). Esse índice é calculado subtraindo-se o valor do ponto de murcha permanente (PMP) da umidade do solo volumétrica e dividindo-se esse valor pela diferença entre a capacidade de campo e o PMP. Os valores de SMI mostrados aqui são calculados com a umidade do solo medida a 20 cm de profundidade. Essa normalização da umidade do solo resulta na fração da água disponível para extração por raízes, porém abaixo da saturação. Valores de SMI abaixo de 0,4, ou 40% da água disponível, são reconhecidos como condições de início do estresse hídrico, com possíveis danos ao desenvolvimento vegetativo e perda de produtividade.

Índice de Padronizado de Vazão (SSFI, sigla em inglês)

O SSFI, estimado segundo a formulação de Modarres (2007) é um índice, similar ao SPI, utilizado para detectar a seca hidrológica em diversas escalas e pode ser interpretado como o número de desvios padrões nos quais a observação se afasta da média climatológica. O índice negativo representa condições de déficit hídrico, nas quais a vazão é inferior à média climatológica. O índice positivo representa condições de excesso hídrico, que indicam vazão superior à média histórica.