

OUTUBRO DE 2021

Ano 05 | Número 41

BOLETIM

MONITORAMENTO DE SECAS E IMPACTOS NO BRASIL

Diretor do Cemaden

Osvaldo Luiz Leal de Moraes

Coordenador Geral de Pesquisa e Desenvolvimento

José A. Marengo

Revisão Científica

Adriana Cuartas

Marcelo Zeri

Pesquisadores

Aliana Maciel

Ana Paula Cunha

Christopher Cunningham

Daniela França

Elisângela Broedel

Fabiana Bartolomei

João Garcia

José Maria Costa

Lidiane Costa

Regina Alvalá

Tárcio Lopes



MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**



SUMÁRIO

O Índice Integrado de Seca (IIS) para o mês de outubro, quando comparado ao do mês de setembro, aponta o enfraquecimento das condições de seca em grande parte do país, principalmente nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Bahia; ao contrário, ocorreu intensificação das condições de seca no sul-sudoeste do Rio Grande do Sul.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 1.803 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de outubro. Os estados de São Paulo e Paraná foram os que tiveram o maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%. Neste mês, Paraná se destacou como o estado que teve o maior número de municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, na Região Sul destacam-se as usinas hidrelétricas (UHE) Itaipu, Segredo, Passo Real, com vazões abaixo da média histórica: 96%, 78% e 71%, respectivamente. Na Região Centro-Oeste, as vazões naturais da UHE Serra da Mesa foram 81% da média, e o nível de armazenamento do reservatório atingiu 23% no final de outubro. Na Região Sudeste, destaque para a UHE Furnas que registrou no mês de outubro vazão 40% acima da média histórica do mês de outubro, e o armazenamento no reservatório encerrou o mês com 18% do volume útil. Ainda no Sudeste do país, a vazão natural da UHE Três Marias atingiu a média histórica e o reservatório finalizou outubro com 34% do volume útil. Adicionalmente, no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo, a vazão afluente foi 81% da média, e o armazenamento em torno de 28% do volume útil, situação pior que no mesmo período pré-crise (36,8% no final de outubro de 2013).

As águas superficiais no Oceano Pacífico central resfriaram-se ainda mais durante o mês de outubro/2021. O *Bureau of Meteorology* (Austrália) mantém o nível de alerta em “estado de alerta”, o que implica 70% de chances para a ocorrência de La Niña. A previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute* indica com quase certeza o início de uma La Niña em novembro-dezembro de 2021, que deverá perdurar durante o verão do Hemisfério Sul. Embora o quadro da seca no país tenha arrefecido durante outubro é adequado manter um estado de atenção. A La Niña atua no sentido de aumentar 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 a partir das condições em outubro/2021) concordam em prever, durante NDJ/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da região Sul. A previsão sazonal do modelo do Centro Europeu (ECMWF), emitida também a partir das condições de outubro/2021, é também consistente ao indicar um cenário mais provável para chuvas abaixo da média na Região Sul. A fase chuvosa da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) se encontra sobre a região denominada Continente Marítimo, no Pacífico Oeste. O cenário é de um possível deslocamento para o Oceano Atlântico no final de novembro, começo de dezembro, podendo vir a afetar positivamente o padrão de chuvas nas Regiões Nordeste e Norte do Brasil. As previsões subsazonais (até 4a semana) indicam uma tendência para chuvas favoráveis no norte de Minas Gerais e centro sul da Bahia, além da Região Norte durante primeira quinzena de dezembro.

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, a condição de seca na categoria fraca predomina em grande parte do país, com foco para os estados das regiões Centro-Oeste e Sul, em especial o Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, ocorrendo também seca moderada principalmente em partes do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Rio Grande do Sul. Vale ressaltar as regiões Norte, Nordeste e Sudeste que apresentam condições normais para grande parte de seus territórios (Figura 1). Em comparação ao mês de setembro, observa-se o enfraquecimento da seca em grande parte do país, principalmente em Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia. Além disso, a seca passou de severa para fraca, com a ocorrência de seca moderada em algumas áreas, nos estados de São Paulo, Mato Grosso do Sul e Paraná. Por outro lado, ocorreu intensificação das condições de seca principalmente no sul-sudoeste do Rio Grande do Sul (Figura 2).

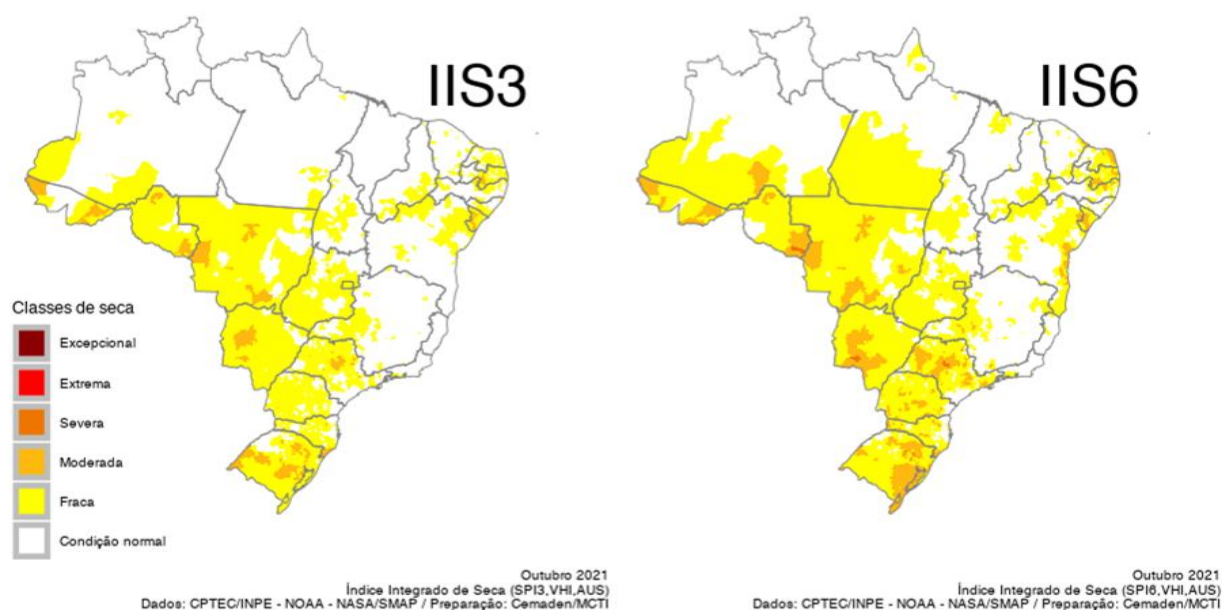


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de outubro de 2021 nas escalas: a) 3 meses (IIS-3) e b) 6 meses (IIS-6).

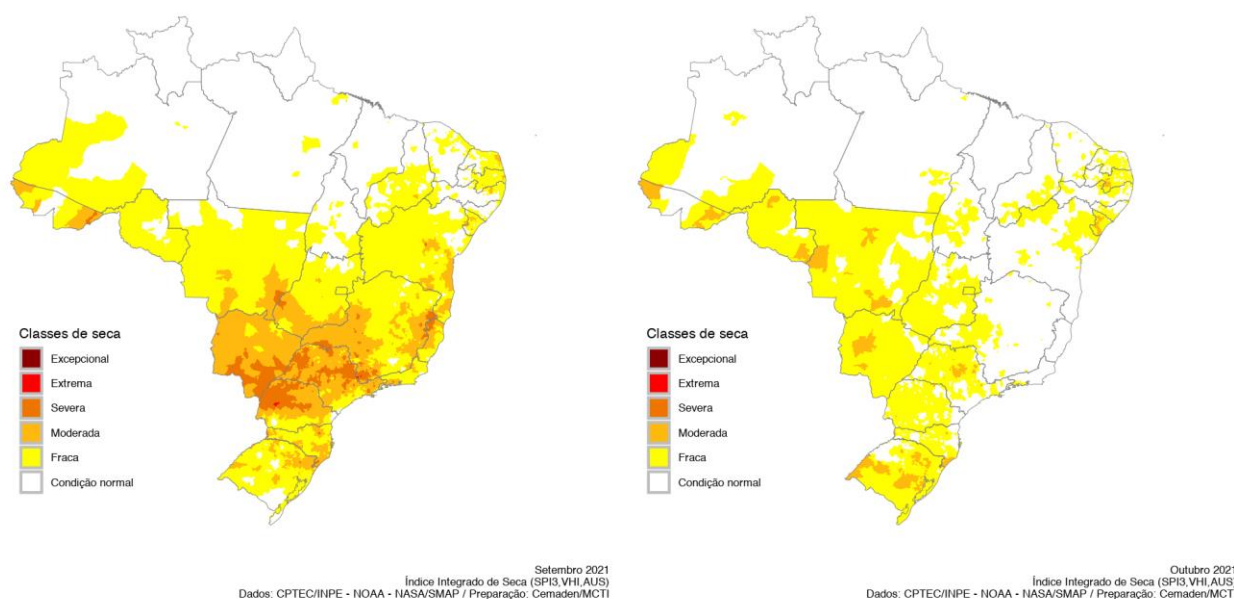


Figura 2 - Variação observada do Índice Integrado de Seca (IIS) entre os meses de setembro (esquerda) e outubro (direita) de 2021.

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, no mês de outubro, houve uma diminuição das áreas com condição de estresse hídrico em grande parte do país (Figura 3), sendo a Região Centro-Oeste a que apresentou o maior percentual de área vegetada com estresse hídrico, 36,6% (588 mil km²), em relação às demais. As regiões Nordeste, Sul e Sudeste apresentaram, respectivamente, 26,6% (413 mil km²), 26,4% (152 mil km²) e 16,4% (152 mil km²) de áreas em condição de estresse hídrico. Enquanto a Região Norte foi a que apresentou o menor percentual de áreas nesta condição: 5,6% (216 mil km²).

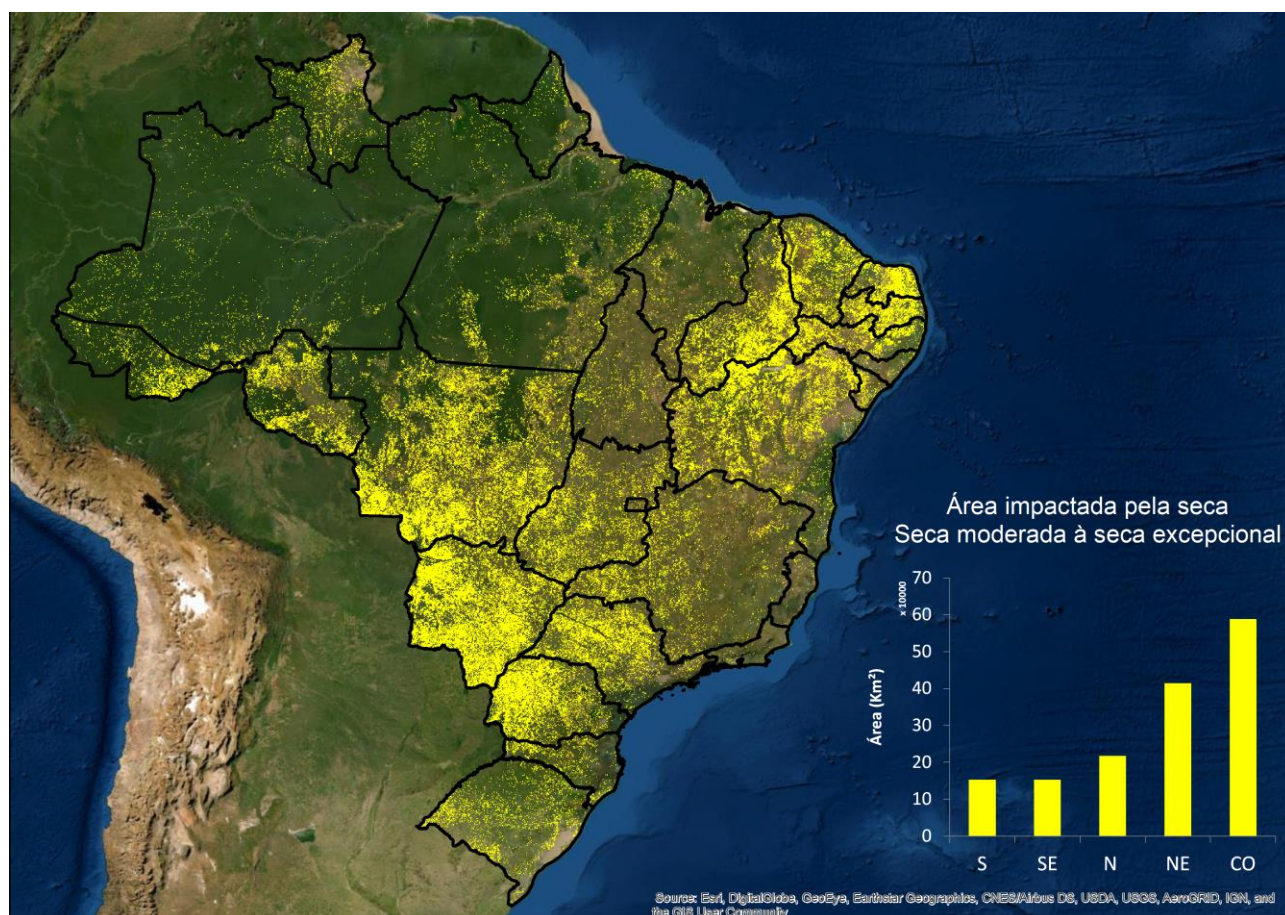
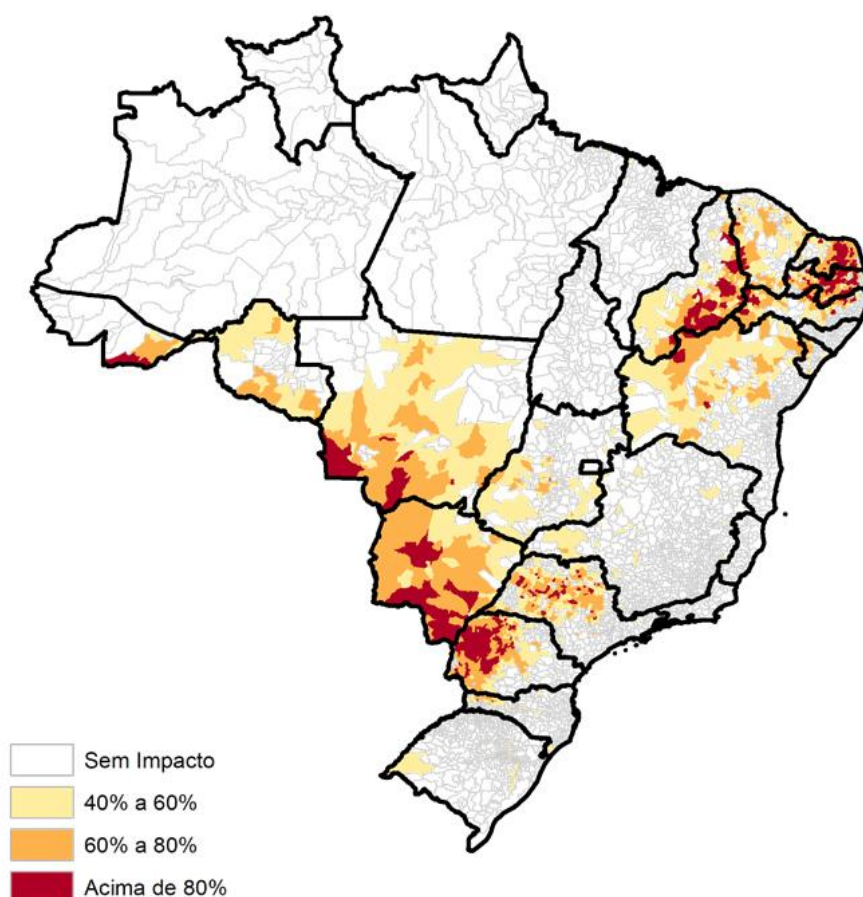


Figura 3 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para outubro e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).

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, 1.803 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de outubro (Figura 4), uma redução de 726 municípios em relação ao mês de setembro. Os estados de São Paulo (307) e Paraná (278) foram os que tiveram um maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%, tendo respectivamente 37 e 103 destes municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva. Dessa forma, Paraná foi o estado que apresentou o maior número de municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva, neste mês. Outros treze estados apresentaram municípios com impacto da seca superior a 80% da área agroprodutiva, dentre estes se destacam: Paraíba (90), Rio Grande do Norte (54) e Piauí (38).



CENTRO-OESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
GO	57	20	2
MS	16	35	23
MT	55	38	9
NORDESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AL	5		1
BA	82	44	4
CE	55	45	5
MA	1		
PB	23	60	90
PE	35	32	20
PI	47	44	38
RN	26	43	54
SE	15	10	1
NORTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
AC	3	4	3
PA	3		
RO	16	8	
TO	1		
SUDESTE			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
MG	56	1	
RJ	1	1	
SP	156	114	37
SUL			
UF	40 a 60%	60 - 80%	> 80%
PR	68	107	103
RS	24	4	
SC	38	16	4

Figura 4 - 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 outubro de 2021 para o Brasil.

REGISTROS DE IMPACTOS

No mês de outubro, foram registrados prejuízos na agricultura no estado do Piauí, como no município de Jurema que registrou perdas superiores a 60% nas lavouras de milho, feijão e mandioca, segundo informações da Prefeitura Municipal de Jurema - PI. Na Paraíba, houve prejuízos na agricultura e na pecuária em diversos municípios que tiveram situação de emergência decretada em virtude das condições de seca, conforme Diário Oficial do Estado da Paraíba. Outros prejuízos também foram observados nos estados de Minas Gerais, onde houve redução no potencial produtivo das lavouras de algodão, e de São Paulo, que registrou perdas na qualidade e no rendimento das lavouras de trigo, de acordo com informações da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab).

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 vulnerabilidades e capacidades locais da agricultura familiar. O mapa de 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 outubro/21, o qual indica que 1.430 municípios dos 11 estados apresentam risco muito alto, sendo mais da metade deles só na região Sudeste (785).

Para mais detalhes, consulte o relatório na íntegra: <http://www2.cemaden.gov.br/risco-de-seca-na-agricultura-familiar-outubro2021>.

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 afluenta ao reservatório da UHE Serra da Mesa (Centro-Oeste) apresenta uma situação de normalidade a seca fraca (Figura 5). Para as bacias das UHEs Três Marias, Furnas e para o Sistema Cantareira (Sudeste), o IIS-6 indica seca variando de uma condição de normalidade a seca fraca. Para a bacia do rio Paraná, afluenta à UHE Itaipu, o IIS-6 indica uma melhora na condição de seca em relação ao mês anterior, predominando condições de seca fraca a moderada. Para as sub-bacias localizadas na bacia do rio Paraná (as UHEs Emborcação, Itumbiara, Marimbondo, Jurumirim, Nova Ponte e Capivara), o IIS-6 apresenta uma condição de seca variando da condição de normalidade a seca moderada. Nas bacias localizadas na Região Sul do país, incluindo as UHE Segredo, Barra Grande e Passo Real, pode ser observada seca fraca a moderada, indicando uma melhora na condição de seca em relação ao mês anterior.

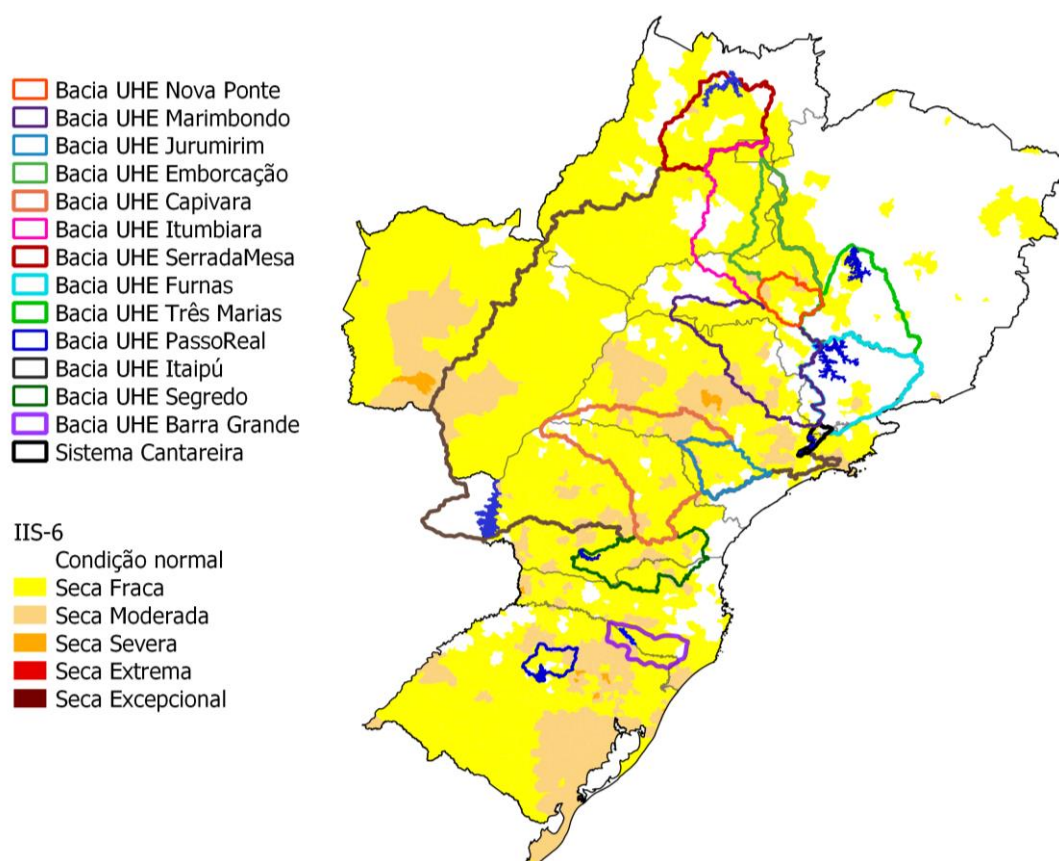


Figura 5 - Índice Integrado de Seca (IIS-6) para a Região Sul e partes das Regiões Sudeste e Centro-Oeste referente ao mês de outubro de 2021.

Índice Padronizado de Vazão (SSFI)

Apesar do IIS-6 mostrar uma melhora na condição de seca meteorológica e agrícola no mês de outubro, a condição de seca hidrológica continua crítica. Na Região Sudeste, o SSFI-12 indica que o Sistema Cantareira se encontra em condição de seca hidrológica excepcional (SSFI-12 = -2,0). As bacias das UHEs Furnas e Três Marias apresentam condição de seca hidrológica extrema (-1,8 e -1,7, respectivamente), e a UHE Serra da Mesa em condição de seca hidrológica severa (-1,4) no mês de outubro. Ressalta-se que as bacias hidrográficas afluentes a estas UHE vêm enfrentando condições críticas, em termos de disponibilidade hídrica, desde 2014, ano em que ocorreu a grande seca na Região Sudeste do Brasil, como se observa na Figura 6.

Na bacia do rio Paraná, as UHEs Emborcação, Itumbiara, Marimbondo, Jurumirim, Capivara e Nova Ponte apresentam condição de seca hidrológica excepcional (SSFI-12 $\leq$ -2,0) para o mês de outubro. Especial atenção para a UHE Itaipu que se encontra em condições de seca hidrológica excepcional (SSFI-12 = -2,9) pelo 11º mês consecutivo, e vem enfrentando condições de seca hidrológica entre moderada e excepcional desde janeiro de 2019.

Na Região Sul, as UHEs Segredo e Barra Grande se encontram em condição de seca hidrológica moderada (-1,1 e -1,0, respectivamente), para o SSFI-12. Para a UHE Passo Real, o SSFI-6 indica situação de seca hidrológica fraca (-0,6). 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.

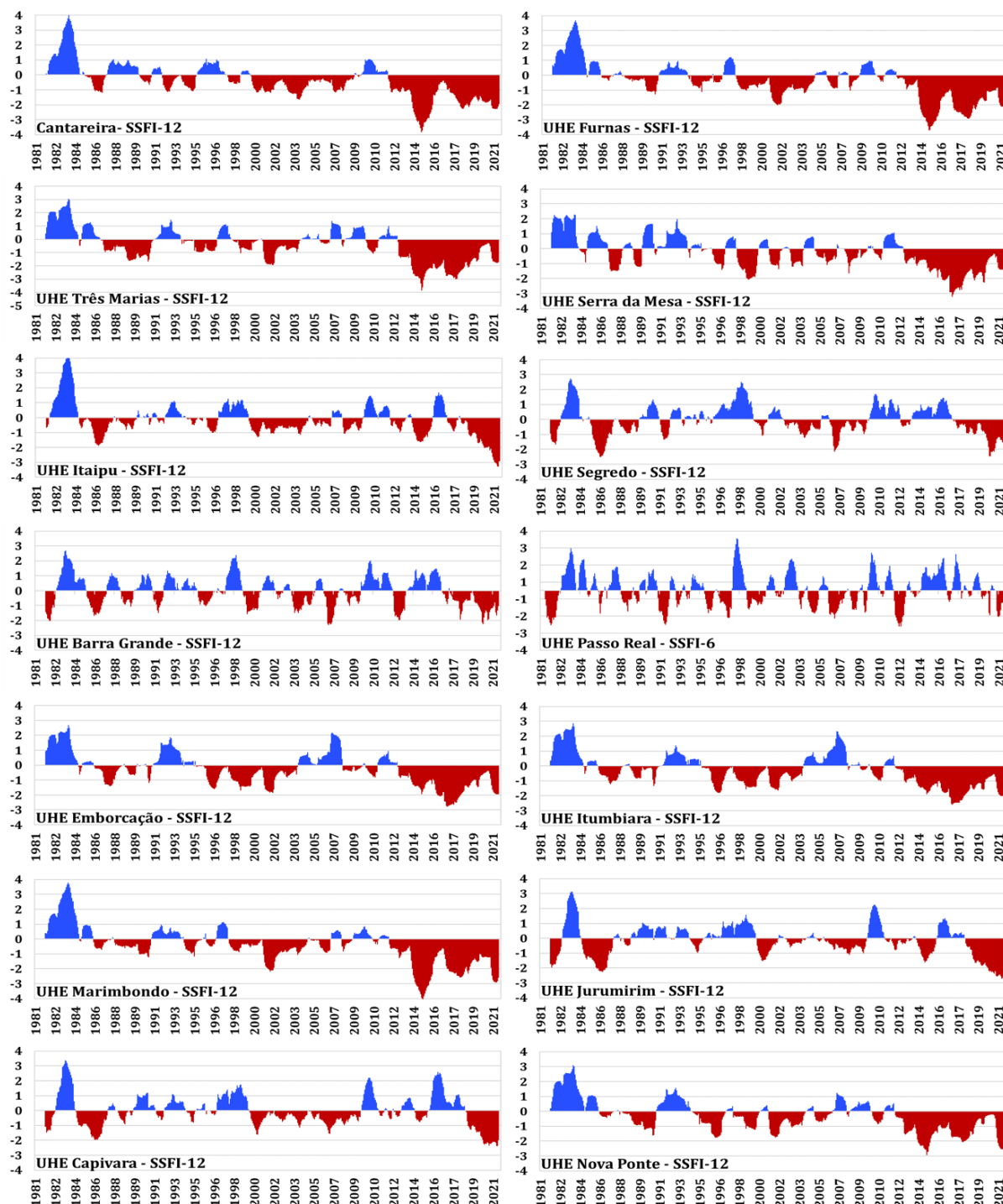


Figura 6 - Índice Padronizado de Vazão (SSFI-12) para o Sistema Cantareira e UHE das Regiões Sudeste e Sul, e SSFI-6 para a UHE Passo Real, para o período de janeiro de 1981 a outubro de 2021.

Em outubro de 2021, a vazão afluyente no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, foi 81% da média histórica do mês e os reservatórios fecharam o mês com 28% do volume útil (faixa de operação “Restrição”), representando uma diminuição de aproximadamente 2% em relação ao final do mês anterior. Para o reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural atingiu a média histórica do mês e o reservatório operou, em 31 de outubro de 2021, com 34% de seu volume útil (faixa de operação “Atenção”), apresentando uma diminuição de 5% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural do reservatório da UHE Furnas representou 140% da média do mês, e o armazenamento no reservatório, em 31 de outubro, foi 18% do volume útil, representando um aumento de 4% em relação ao final do mês anterior. No reservatório da UHE Serra da Mesa a vazão natural representou 81% da média do mês de outubro. O reservatório operou com 23% de seu volume útil, representando uma redução de 1% em relação ao 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 96% da média histórica para o mês de outubro. Na bacia de drenagem da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizada no Rio Iguaçu, a vazão representou 78% da média do mês de outubro, e o nível de armazenamento no reservatório atingiu 56%, o que representa um aumento de 48% em relação ao mês anterior. Na bacia afluyente à UHE Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) a vazão representou 71% da média. O nível de armazenamento do reservatório atingiu 62% no final de outubro, representando um aumento de 18% em relação ao valor no final de setembro. Para a bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão afluyente registrada foi 71% da média, e o armazenamento no reservatório foi 51% do seu volume útil, representando um aumento de 5% em relação ao nível do mês anterior.

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

As águas superficiais no Oceano Pacífico central resfriaram-se ainda mais durante o mês de outubro/2021. O *Bureau of Meteorology* (Austrália) mantém o nível de alerta em “estado de alerta”, o que implica chances para a ocorrência de La Niña de 70%, quase o triplo de uma chance normal. A previsão por consenso entre o *Climate Prediction Center* e o *International Research Institute* indica chances próximas a 100% para o início de uma La Niña em novembro-dezembro de 2021, que deverá perdurar durante o verão do Hemisfério Sul. Embora o quadro da seca no país tenha arrefecido durante outubro (IIS – Figuras 1 e 2) é adequado manter um estado de atenção. A La Niña atua no sentido de *aumentar 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/FUNCME (ambas produzidas a partir das condições em outubro/2021) concordam em prever, durante

NDJ/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da região Sul. A previsão sazonal do modelo do Centro Europeu (ECMWF), emitida também a partir das condições de outubro/2021, é também consistente ao indicar um cenário mais provável para chuvas abaixo da média na Região Sul. A fase chuvosa da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) se encontra sobre a região denominada Continente Marítimo, no Pacífico Oeste. O cenário é de um possível deslocamento para o Oceano Atlântico no final de novembro, começo de dezembro, podendo vir a afetar positivamente o padrão de chuvas nas Regiões Nordeste e Norte do Brasil. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam uma tendência para chuvas favoráveis no norte de Minas Gerais e centro sul da Bahia, além da Região Norte durante primeira quinzena de dezembro.

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 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, 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 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.