

FEVEREIRO DE 2021

Ano 05 | Número 33

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

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 fevereiro, se comparado ao do mês de janeiro, aponta a desintensificação da seca em grande parte da porção central do país. Por outro lado, na porção nordeste da região semiárida, no estado de São Paulo e parte do estado do Pará, ocorreu a intensificação da seca.

De acordo com a avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens (agropecuárias), 645 municípios da Região Nordeste apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro, sendo a maior parte destes localizados nos estados do Rio Grande do Norte, Pernambuco e Paraíba. Na Região Norte, 38 municípios apresentaram mais do que 40% de suas áreas de uso impactadas, a maior parte destes localizados no estado do Pará. Nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul, estes números foram de 80, 296 e 114 municípios, respectivamente.

Com relação aos impactos da seca nos recursos hídricos, na Região Sul, destacam-se a usina hidrelétrica (UHE) Itaipu, com vazão afluente de 67% da média histórica, bem como a UHE de Passo Real, com vazão afluente de 51% do esperado no mês. A UHE de Segredo, ainda no Sul, que no início da estação chuvosa de 2020 registrou valores de vazão inferiores aos mínimos absolutos, apresentou uma melhora significativa a partir de dezembro e no mês de fevereiro de 2021, a vazão foi cerca de 9% superior à média histórica. Na Região Centro-Oeste, as vazões afluentes ao reservatório da UHE de Serra da Mesa foram 7% acima da média histórica, devido às abundantes precipitações ocorridas na bacia neste mês, e o nível de armazenamento atingiu 28% no final de fevereiro. Na Região Sudeste, destaque para o reservatório da UHE de Furnas que registrou no mês de fevereiro cerca de 64% da vazão histórica e armazenamento de 34% do volume útil. Adicionalmente, no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico da Região Metropolitana de São Paulo, a vazão afluente foi 65% da média histórica, e armazenamento em torno de 49% do volume útil, situação pior quando comparado ao mesmo período do ano de 2020 (59%). Ainda no Sudeste do país, o reservatório da UHE de Três Marias apresenta uma situação menos crítica, com volume de 67% do volume útil, e vazão afluente média de 79% da média histórica para o mês de fevereiro.

A La Niña se aproxima de seu fim, mas ainda está ativa. As chances de a La Niña existir durante o trimestre Março-Abril-Maio (MAM/2021) são de 60%, quase o dobro da chance climatológica, mas declinaram sensivelmente em relação à previsão anterior. A La Niña é um fator modulador da chuva na Região Sul e no sul do Brasil-Central, no sentido de *favorecer déficit de chuva*. As previsões sazonais multimodelo de chuva preveem, durante MAM/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul e no MS e SP. Ressalta-se que o oeste de SP e MS vêm apresentando condições de seca de moderada à extrema. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam para o extremo da Região Sul um cenário favorável à chuva somente até o início de abril. No oeste de SP e MS, as previsões subsazonais indicam baixas chances para chuva nas próximas 4 semanas.

ÍNDICE INTEGRADO DE SECA (IIS) - BRASIL

O IIS (Figura 1) é calculado a partir da combinação do SPI (escalas de três e seis meses) com o Índice de Saúde da Vegetação (VHI), este último estimado por satélite. De modo geral, a seca predomina em grande parte das regiões centro-oeste, sudeste e nordeste do Brasil. Em relação à duração da seca (contabilizada pelo SPI), esta é superior a três meses em grande parte da Região Centro-Oeste e parte do estado de São Paulo.

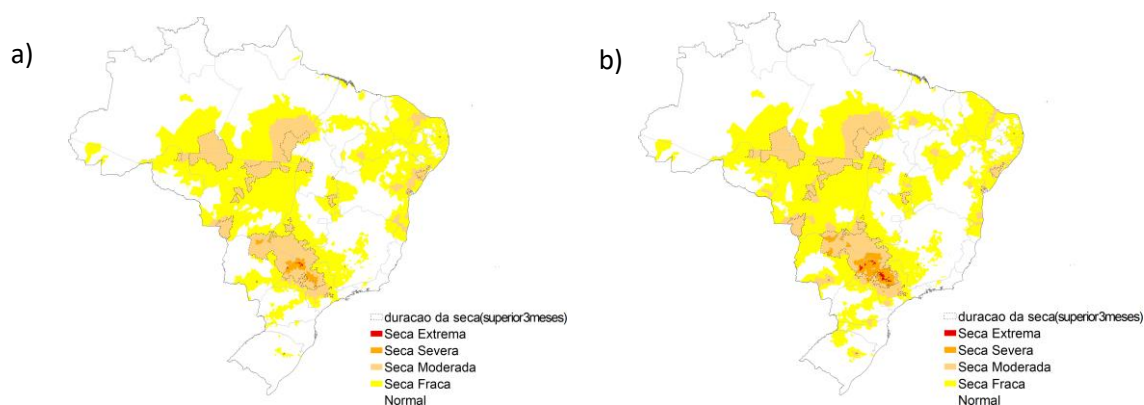


Figura 1 - Índice Integrado de Seca (IIS) referente ao mês de fevereiro de 2021 nas escalas: a) 3 meses (IIS-3) e b) 6 meses (IIS-6).

CONDIÇÕES DA UMIDADE DO SOLO – BRASIL: FEVEREIRO/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 50 km, gerados 4 vezes por mês. Os resultados mostrados aqui representam a média dos resultados divulgados para fevereiro.

As classes de seca baseadas na umidade do solo para o mês de fevereiro de 2021 são mostradas na Figura 2. Os estados mais afetados com seca excepcional são Pará, Mato Grosso e São Paulo. Adicionalmente, partes de Sergipe, Goiás, Tocantins e Minas Gerais também apresentaram baixos níveis de água no solo e seca excepcional.

Água no solo para Fevereiro 2021 (classes de seca)

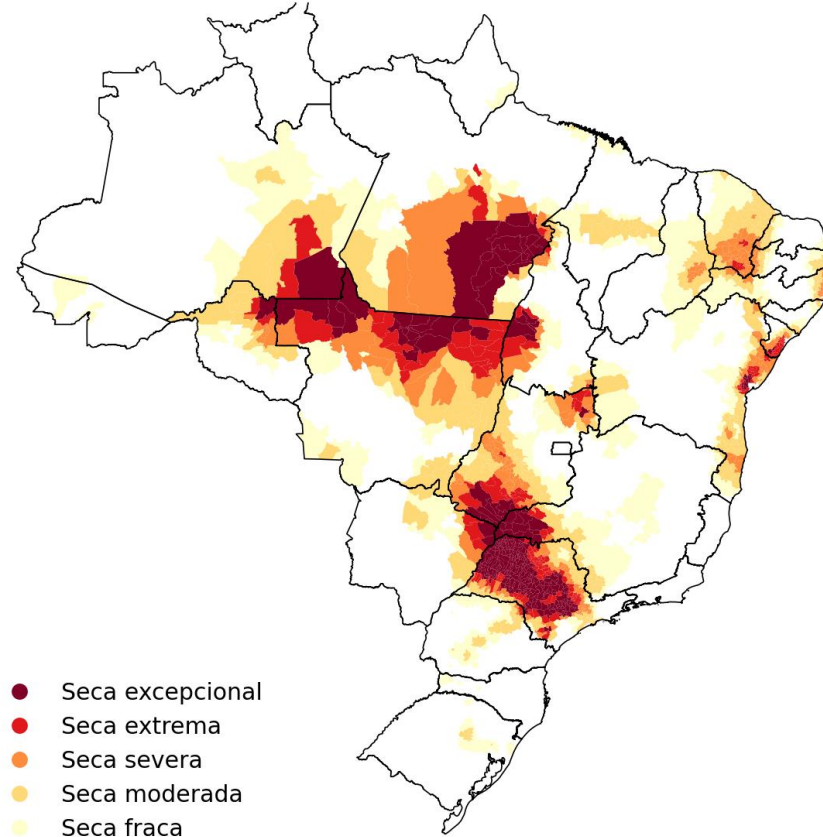


Figura 2 - Classes de seca baseadas na água no solo para o mês de fevereiro de 2021.

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), ilustrado na Figura 3. A condição de estresse hídrico acontece quando a água armazenada no solo é insuficiente para sustentar o crescimento vegetal. Em termos gerais, houve uma diminuição das áreas com condição de estresse hídrico nas regiões Centro-Oeste, Sul e Sudeste. Na Região Centro-Oeste, as áreas vegetadas com estresse hídrico registraram um total de 18,4% do total (296 mil km²), contudo continua como a região com a vegetação mais afetada pela seca. As regiões Nordeste e Sudeste, por sua vez, apresentaram, respectivamente, 14,6% e 14,1% de área vegetada com estresse hídrico em razão da falta de chuva e consequente redução da disponibilidade de água no solo. Por fim, as regiões Norte e Sul tiveram menos de 10% da área de vegetação em condição de estresse hídrico, com uma área total de 335 mil km² (8,7%) e 56 mil km² (9,8%), respectivamente.

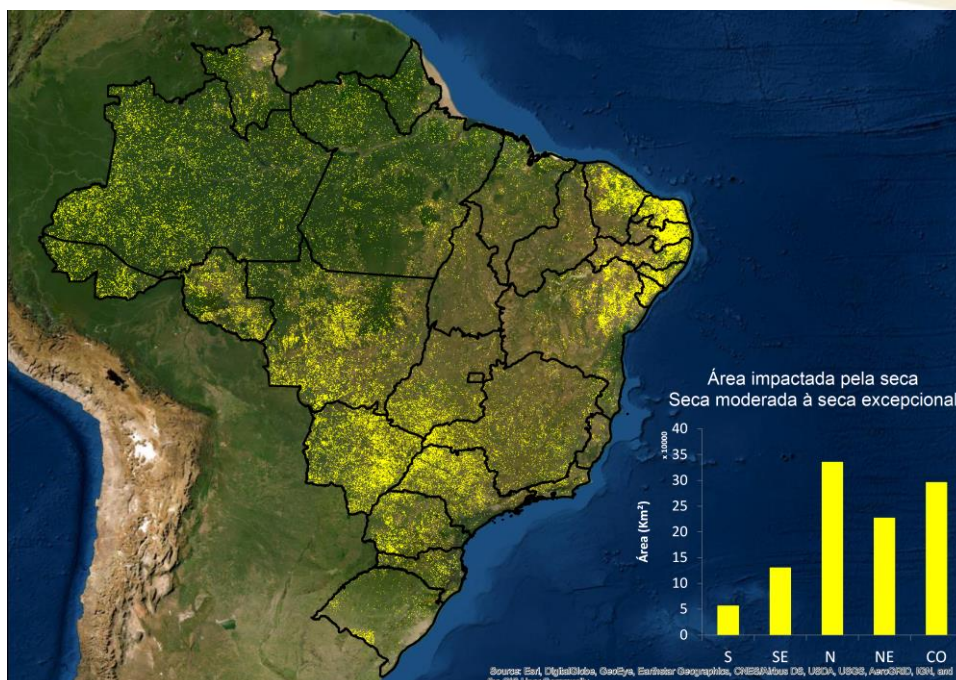


Figura 3 - Mapa de Índice da Saúde da Vegetação (VHI) no Brasil para fevereiro e gráfico das áreas impactadas pela seca (áreas com VHI < 30).

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO NORDESTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

De modo geral, o Índice Integrado de Seca referente ao mês de fevereiro, indica condição de seca moderada em municípios do estado de Sergipe, leste da Bahia, porção nordeste do Ceará e oeste do Rio Grande do Norte (Figura 4). Para o mês de fevereiro, 172 municípios da Região Nordeste foram classificados com seca moderada a severa. Em relação ao mês de janeiro, houve intensificação das condições de seca em grande parte da região.

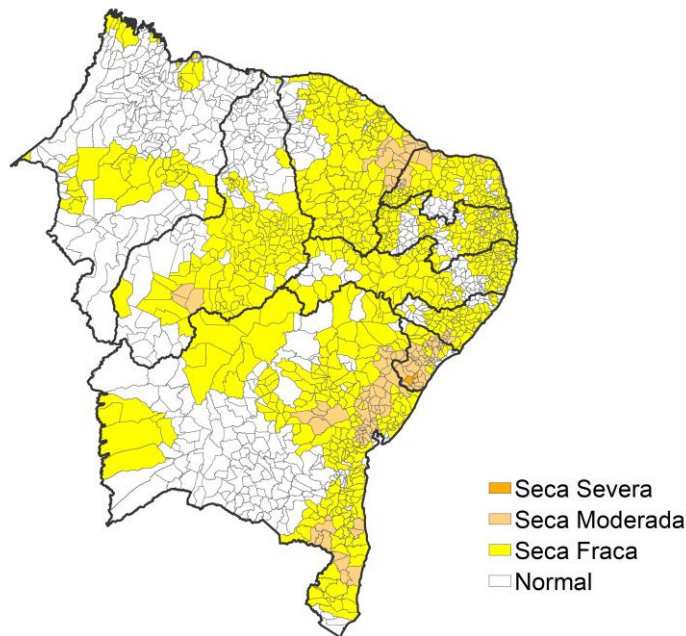


Figura 4 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Nordeste referente ao mês de fevereiro de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de fevereiro em comparação com o mês de janeiro:

Seca Fraca: Aumento de **774** para **1006** municípios.

Seca Moderada: Redução de **489** para **170** municípios.

Seca Severa: Redução de **51** para **2** municípios.

Seca Extrema: **0** município.

Seca Excepcional: **0** município.

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, 645 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro (Figura 5). Os estados do Rio Grande do Norte (136), Paraíba (138) e Pernambuco (95) foram os que tiveram um maior número de municípios com áreas agroprodutivas afetadas acima de 40%, contudo a Paraíba foi quem teve o maior número de municípios com áreas afetadas acima de 80% (92). Os estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Piauí e Sergipe tiveram, respectivamente, 58, 72, 71, 9, 8 e 58 municípios com área agroprodutiva afetada acima de 40%.

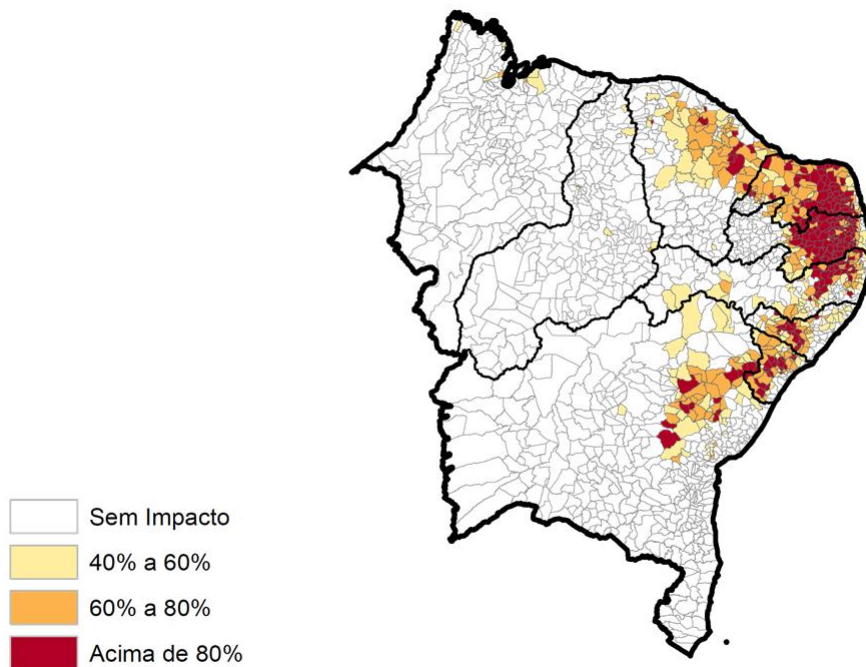


Figura 5 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas), de acordo com o VHI referente ao mês de fevereiro de 2021 para a Região Nordeste.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO NORTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

O IIS-3 para o mês de fevereiro aponta a desintensificação da seca principalmente nos estados de Tocantins e Acre. Em termos de severidade da seca, o estado do Pará é o mais crítico, concentrando o maior número de municípios em condições de seca moderada (Figura 6). No total, para a Região Norte foram contabilizados 143 municípios categorizados com seca.

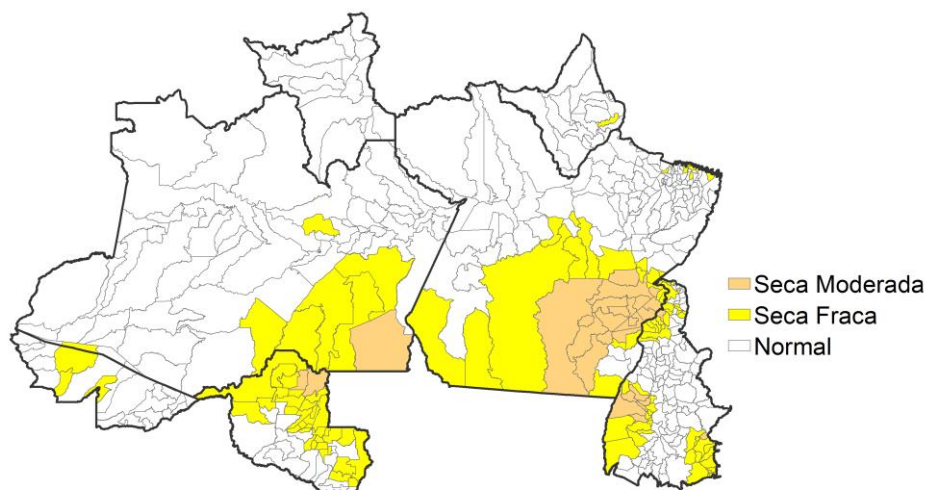


Figura 6 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Norte referente ao mês de fevereiro de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de fevereiro em comparação com o mês de janeiro:

Seca Fraca: Aumento de **50** para **114** municípios.

Seca Moderada: Redução de **119** para **29** municípios.

Seca Severa: **0** município.

Seca Extrema: **0** município.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 38 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro (Figura 7), um aumento em relação ao mês anterior (105). O estado do Pará foi o mais afetado com 25 municípios com mais de 80% das áreas agroprodutivas afetadas e 25 municípios com áreas de 40 a 80%. Os estados de Roraima e do Tocantins, foram dois outros estados que tiveram municípios afetados, com respectivamente 2 e 38 municípios, sendo esses todos entre 40% a 80% das áreas agroprodutivas afetadas. Os demais estados, por sua vez, não apresentaram municípios com área agroprodutiva afetada acima de 40%.

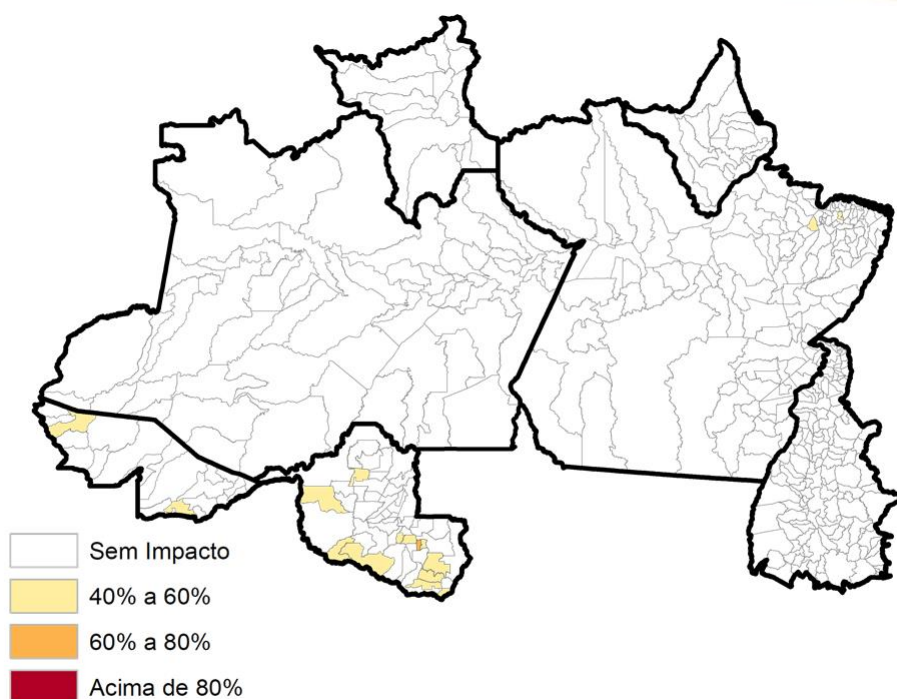


Figura 7 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas), de acordo com o VHI referente ao mês de fevereiro de 2021 para a Região Norte.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO CENTRO-OESTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

De acordo com o IIS-3 para o mês de fevereiro (Figura 8), 307 dos municípios da Região Centro-Oeste apresentaram condição de seca com categorias variando entre moderada à excepcional. No Bioma Pantanal, permanecem condições de seca moderada, sendo mais crítica na porção norte, onde verificou-se a desintensificação em relação ao mês anterior (janeiro).

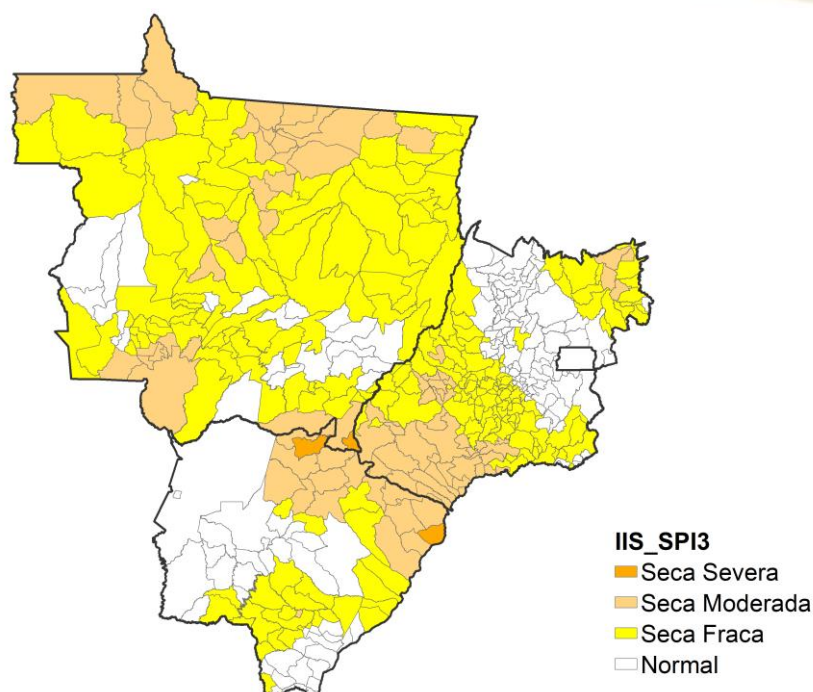


Figura 8 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Centro-Oeste referente ao mês de fevereiro de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de fevereiro em comparação com o mês de janeiro:

Seca Fraca: Aumento de **55** para **157** municípios.

Seca Moderada: Aumento de **154** para **219** municípios.

Seca Severa: Redução de **232** para **88** municípios.

Seca Extrema: **0** município.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 80 municípios apresentaram pelo menos 40% da área agroprodutiva afetada no mês de fevereiro (Figura 9). O estado mais afetado foi o Mato Grosso do Sul, com 34 municípios com 40% a 60% da sua área agroprodutiva afetada pela seca, e 8 municípios com 60% a 80% da área afetada. Os estados de Mato Grosso e Goiás, por sua vez, tiveram respectivamente 18 e 20 municípios com mais de 40% de área agroprodutiva afetada. Ressalta-se que o DF não apresentou área superior a 40% afetada pela seca e que nenhum dos estados tiveram municípios com mais de 80% das suas áreas agroprodutivas afetadas.

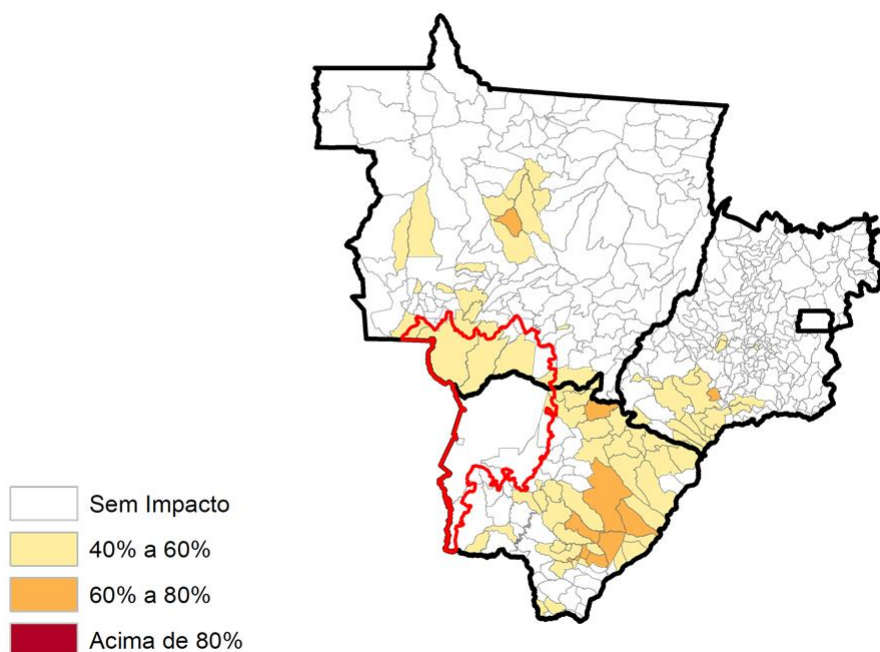


Figura 9 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas), de acordo com o VHI referente ao mês de fevereiro de 2021 para a Região Centro-Oeste.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO SUDESTE

Índice Integrado de Seca (IIS)

Em relação ao mês de janeiro, o IIS-3 para o mês de fevereiro (Figura 10) mostra a desintensificação das condições de seca nos estados de Minas e Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Por outro lado, o estado de São Paulo permanece com municípios categorizados com condições de seca moderada a extrema. No total, 414 dos municípios da Região Sudeste apresentaram condição de seca moderada à extrema.

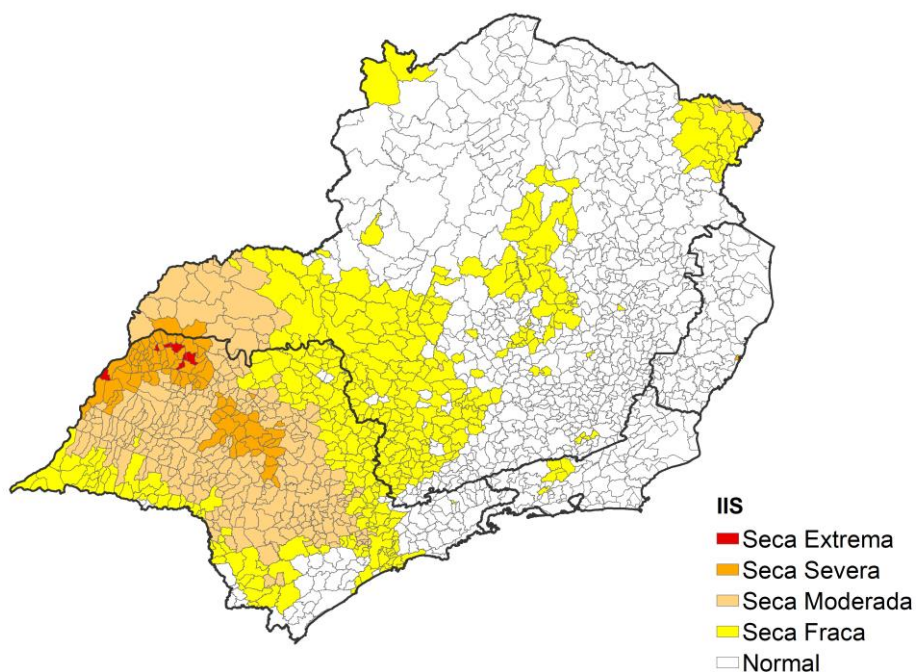


Figura 10 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Sudeste referente ao mês de fevereiro de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de fevereiro em comparação com o mês de janeiro:

Seca Fraca: Redução de **581** para **415** municípios.

Seca Moderada: Redução de **566** para **320** municípios.

Seca Severa: Redução de **351** para **87** municípios.

Seca Extrema: Redução de **35** para **7** municípios.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 296 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro (Figura 11). O estado com mais municípios afetados foi São Paulo (244), sendo 154 municípios entre 40% a 60%, 71 municípios entre 60% a 80% e 19 municípios acima de 80% da área agroprodutiva afetada. Minas Gerais, por sua vez, apresentou 2 municípios acima de 80% da área agroprodutiva afetada e mais 41 entre 40% a 80%. Os estados do Rio de Janeiro e Espírito Santo apresentaram, respectivamente, 8 e 1 município com mais de 40% de suas áreas impactadas pela seca.

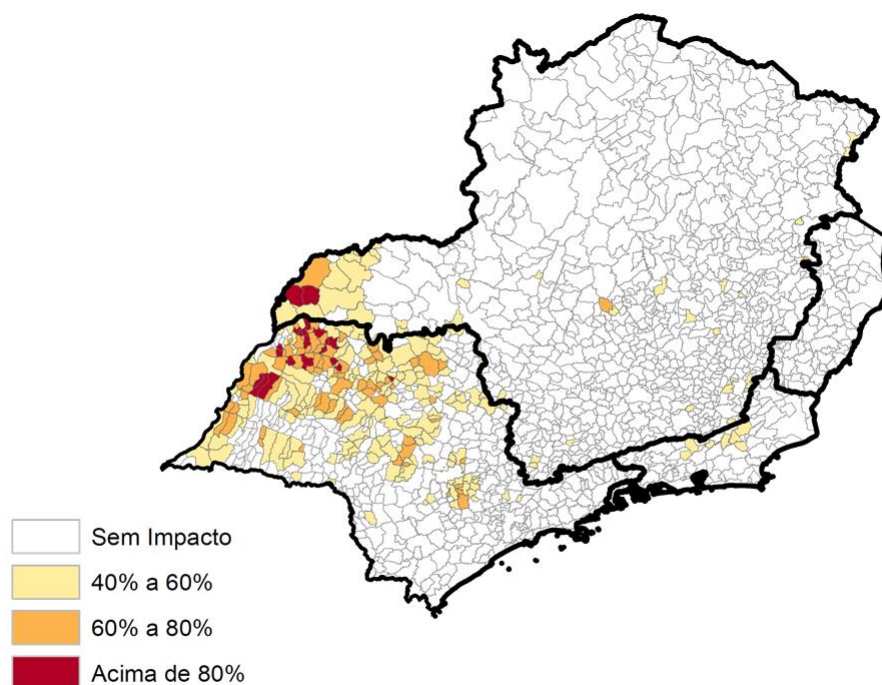


Figura 11 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas), de acordo com o VHI referente ao mês de fevereiro de 2021 para a Região Sudeste.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA NA REGIÃO SUL

Índice Integrado de Seca (IIS)

Em relação ao mês anterior, houve uma desintensificação nas condições de seca, sendo observada apenas seca fraca em alguns municípios dos estados da Região Sul, conforme o IIS-3 para o mês de fevereiro (Figura 12). Neste mês, 186 municípios da Região Sul encontraram-se em condição de seca fraca à moderada.

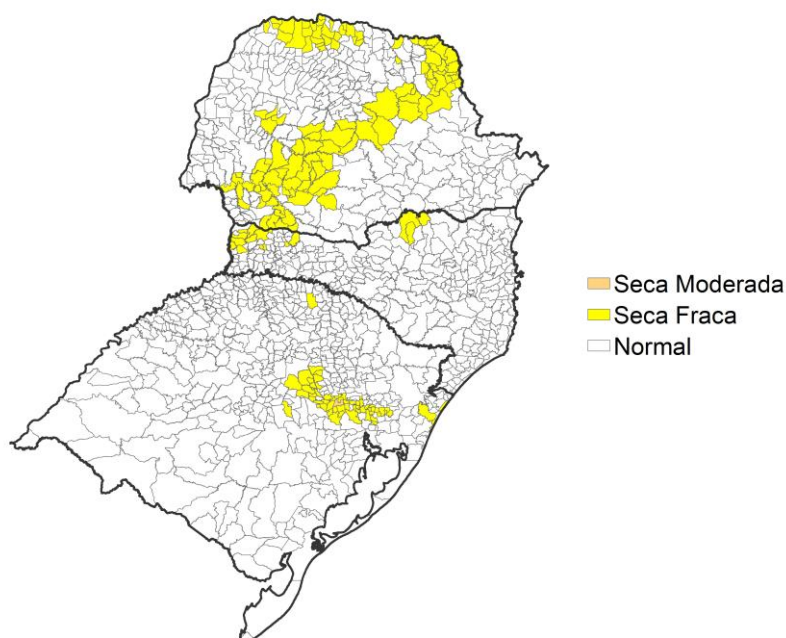


Figura 12 - Índice Integrado de Seca (IIS-3) para a Região Sul referente ao mês de fevereiro de 2021.

Avaliação do IIS para o mês de fevereiro em comparação com o mês de janeiro:

Seca Fraca: Redução de **555** para **185** municípios.

Seca Moderada: Redução de **172** para **1** município.

Seca Severa: Redução de **7** para **0** município.

Seca Extrema: **0** município.

Seca Excepcional: **0** município.

Estimativa das Áreas Agroprodutivas Afetadas por Município

Com relação à avaliação dos impactos da seca em áreas de atividades agrícolas e/ou pastagens, de acordo com o índice VHI, 114 municípios apresentaram pelo menos 40% de suas áreas de uso impactadas no mês de fevereiro (Figura 13). O Paraná foi o estado com maior número de municípios com mais de 40% das áreas agroprodutivas afetadas (75 municípios, sendo 51 municípios entre 40% a 60%, 21 municípios entre 60% a 80% e 3 municípios acima de 80%). O estado de Santa Catarina foi o segundo, com um total de 29 municípios com mais de 40% das áreas agroprodutivas afetadas, sendo 4 municípios com áreas agroprodutivas afetadas entre 60% e 80%. O Rio Grande do Sul, por sua vez, teve 10 municípios com área agroprodutiva impactada acima de 40%.

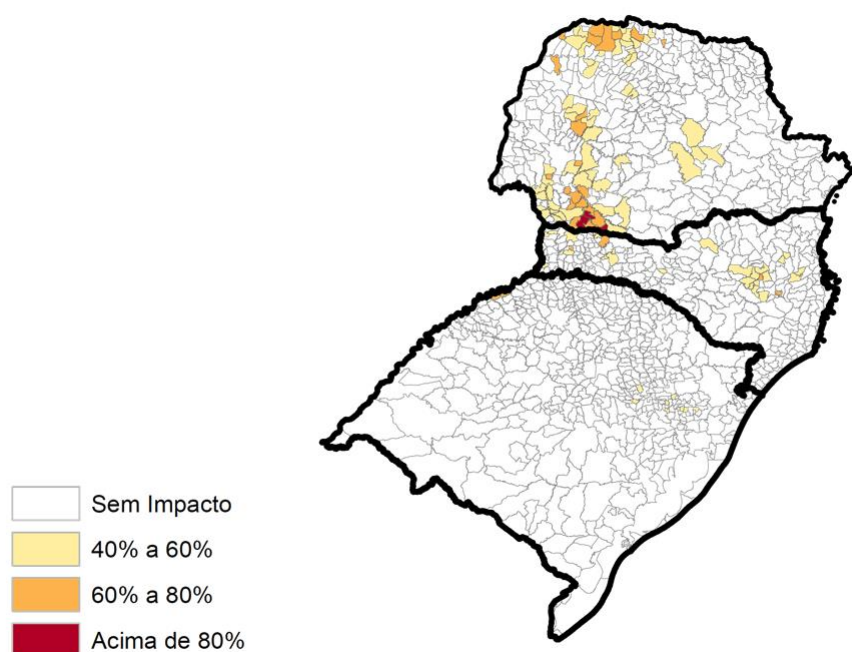


Figura 13 - Municípios com pelo menos 40% de área impactada pela seca (considerando apenas as áreas de pastagens e agrícolas), de acordo com o VHI referente ao mês de fevereiro de 2021 para a Região Sul.

REGISTROS DE IMPACTOS

Nos estados de São Paulo e Minas Gerais, as condições de seca prejudicaram a safra 2020/21 de laranja, atualmente em fase de colheita. A perda na produção de laranja foi estimada em cerca de 31% em relação à safra anterior, conforme dados do Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), impactando significativamente esta que é a principal região fornecedora da fruta para a indústria no Brasil, maior exportador mundial de suco de laranja. Também foram observados prejuízos nas lavouras de soja de municípios localizados no oeste do estado da Bahia, que é o sétimo maior produtor do grão do país. A falta de chuvas nesta região prejudicou o desenvolvimento da cultura, havendo a expectativa de perdas significativas na produtividade devido ao estresse hídrico. Do mesmo modo, são esperados impactos no potencial produtivo das lavouras de feijão do centro-oeste baiano em virtude da escassez de chuvas (Canal Rural e Conab - Companhia Nacional de Abastecimento).

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 fevereiro, nessas condições, 20 municípios apresentaram risco alto e 443 com risco moderado, todos na Região Nordeste.

Para mais detalhes, consulte o relatório na íntegra: <http://www.cemaden.gov.br/risco-de-seca-na-agricultura-familiar-fevereiro2021/>.

MONITORAMENTO DOS IMPACTOS DA SECA: RECURSOS HÍDRICOS

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

O IIS-6 para as áreas das bacias afluentes aos reservatórios das UHE de Serra da Mesa (Centro-Oeste), Três Marias, Furnas e para o Sistema Cantareira (Sudeste) bem como para as bacias no Sul do país (incluindo as UHE de Segredo, Barra Grande, Passo Real e Itaipu), pode ser observado na Figura 1b e caracteriza uma situação de seca variando entre normal a moderada nas bacias localizadas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. Na Região Sul, nota-se condições de normalidade na bacia de drenagem do reservatório da UHE de Barra Grande, de normal a fraca em Passo Real e variando de normal a moderada em Segredo. Na bacia de drenagem da UHE Itaipu observa-se, uma condição de seca normal a moderada em relação ao IIS na maior parte da área, e com regiões de seca severa na porção sudeste da bacia.

Em fevereiro de 2021, a vazão afluente no Sistema Cantareira, principal sistema hídrico que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, foi 65% da média histórica do mês e os reservatórios fecharam o mês com 49% do volume útil (faixa de operação “Atenção”), representando um aumento de aproximadamente 6% em relação ao final do mês anterior. Para o reservatório da UHE Três Marias, a vazão natural foi 79% da média histórica do mês e o reservatório operou, em 28 de fevereiro de 2021, com 67% de seu volume útil (faixa de operação “Normal”), apresentando uma elevação de 11% em relação ao final do mês anterior. A vazão natural do reservatório da UHE Furnas representou 64% da média histórica do mês, e o armazenamento no reservatório atingiu 34% do volume útil, valor 8% superior ao registrado no final de janeiro.

No reservatório da UHE Serra da Mesa a vazão natural apresentou uma notável recuperação em relação aos meses anteriores, cerca de 7% acima da média histórica do mês, em virtude das abundantes precipitações registradas na bacia (cerca de 134% acima da média histórica). O reservatório operou no final do mês com 28% de seu volume útil, apresentando um aumento de 7% com 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 afluyente foi 67% da média histórica para o mês, representando uma queda em relação ao mês anterior, cujo valor foi de 77% em relação à média do mês. As defluências das barragens a montante da UHE Segredo (Gov. Ney Aminthas de Barros Braga), localizadas no Rio Iguaçu, ocorridas durante o mês de fevereiro de 2021, caracterizaram uma vazão afluyente média ao reservatório, de 9% acima da média histórica do mês, o que representa uma ligeira queda quando comparado ao valor registrado no mês anterior. A redução na vazão média da bacia contribuiu para a queda do nível de armazenamento no reservatório, de 85% em 31 de janeiro para 63% no final de fevereiro.

Na bacia afluyente à UHE Barra Grande (no rio Uruguai, entre os estados de RS e SC) a vazão representou 79% da média histórica, caracterizando uma redução significativa em relação ao mês anterior (100% acima da média histórica). No entanto, como esperado, o nível de armazenamento do reservatório registrou uma elevação de 20% do seu volume útil em relação ao valor no final de janeiro. Para a bacia de drenagem da UHE Passo Real, localizada no Rio Jacuí - Rio Grande do Sul, a vazão afluyente registrada foi 51% da média histórica, e o armazenamento no reservatório foi 33% do seu volume útil, valor semelhante quando comparado ao mês anterior (32%).

PREVISÃO SAZONAL E SUB-SAZONAL PARA O BRASIL

A La Niña se aproxima de seu fim, mas ainda está ativa. Enquanto os indicadores atmosféricos são compatíveis com uma situação de resfriamento, o oceano mostra sinais de aquecimento. As chances de a La Niña existir durante o trimestre Março-Abril-Maio (MAM/2021) são de 60%, quase o dobro da chance climatológica, mas declinaram sensivelmente em relação à previsão anterior. A La Niña é um fator modulador da chuva na Região Sul e no sul do Brasil-Central, no sentido de *favorecer déficit de chuva*.

As previsões sazonais multimodelo de chuva do *International Research Institute* e do CPTEC/INMET/FUNCEME (ambas produzidas em fevereiro/2021) concordam em prever, durante MAM/2021, condições desfavoráveis para chuva nos estados da Região Sul e no MS e SP. Ressalta-se que o oeste de SP vem apresentando condições de seca de moderada à extrema. As previsões subsazonais (até 4ª semana) indicam, para o extremo da Região Sul um cenário favorável à chuva somente até o início de abril. No oeste de SP, as previsões subsazonais indicam baixas chances para chuva nas próximas 4 semanas. Não há atividade relevante da Oscilação de Madden-Julian que poderia afetar o padrão de chuvas 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. Conseqüentemente, 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.