

O Monitor de Secas do Brasil e a declaração de escassez hídrica na Bacia do Paraná: anúncios de uma crise

Edvânia Pereira dos Santos¹, Rafaella de Araújo Aires Vilar², Priscila Monteiro Gonçalves³, Zilurdes Fonseca Lopes⁴, Hailton Dias da Silva Junior⁵

¹ Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Email: apac.edvania@gmail.com, ² Kroma Comercializadora de Energia (KROMA). Email: rafaella.aavilar@yahoo.com, ³ Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Email: priscila.goncalves@ana.gov.br, ⁴ Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Email: zilurdes.lopes@apac.pe.gov.br, ⁵ Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Email: hailton.dias@apac.pe.gov.br

Received 11/03/2021, accepted 11/04/2021

Abstract

The drought is a natural phenomenon of gradual evolution in time, space and its intensity. It can reach any region of the world and last for several months or years and show alternating signs of slowing down or intensifying. Its continuous monitoring is a key factor for the management of water resources, especially in scarcity scenarios. Currently, drought events are already being monitored, in some countries, by means of a drought monitoring system and/or tool that allows monitoring the evolution or involution of the phenomenon and its possible impacts on various sectors of society. In Brazil, the National Water and Basic Sanitation Agency uses the Brazil Drought Monitor as a continuous monitoring tool for droughts in a large part of the Brazilian territory. This research aims to show that the Brazilian Drought Monitor is an efficient drought monitoring tool on a regional scale, which can be used as decision-making in actions to prevent and mitigate drought events and manage water resources. The maps of the Brazil Drought Monitor from 2018 to 2021 were used for the region where the main Hydroelectric Power Plants (UHE's) belonging to the Southeast/Midwest subsystem are located, in the states of Minas Gerais, Goiás, São Paulo and Mato Grosso do Sul. The results showed that Brazil Drought Monitor was efficient in monitoring the worsening of the drought in the region, being, therefore, an effective tool regarding the management of water resources scarcity.

Keywords: Brazil Drought Monitor; dry; water resources; hydroelectric plants; hydropower crisis.

Resumo

A seca é um fenômeno natural de evolução gradual no tempo, no espaço e na sua intensidade. Pode atingir qualquer região do mundo e perdurar por vários meses ou anos e apresentar sinais alternados de abrandamento ou intensificação. Seu monitoramento contínuo é um fator chave para a gestão de recursos hídricos, especialmente em cenários de escassez. Atualmente os eventos de seca já vêm sendo monitorados, em alguns países, por meio de sistema e/ou ferramenta de monitoramento de secas que permitem acompanhar a evolução ou involução do fenômeno e seus possíveis impactos em vários setores da sociedade. No Brasil, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico utiliza o Monitor de Secas do Brasil como ferramenta de

monitoramento contínuo de secas em grande parte do território brasileiro. Esta pesquisa tem como objetivo mostrar que o Monitor de Secas do Brasil é uma ferramenta eficiente de monitoramento de secas em escala regional, que pode ser utilizado como tomada de decisão nas ações de prevenção e mitigação a eventos de seca e de gestão de recursos hídricos. Foram utilizados os mapas do Monitor de Secas do Brasil de 2018 a 2021, para a região onde se encontram as principais Usinas Hidrelétricas (UHE's) pertencentes ao subsistema Sudeste/Centro-Oeste, nos estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Mato Grosso do Sul. Os resultados mostraram que o Monitor Secas do Brasil foi eficiente no monitoramento do agravamento da seca na região, sendo, portanto, uma ferramenta eficaz no que tange a gestão de escassez de recursos hídricos.

Palavras-chave: Monitor de Secas do Brasil; seca; recursos hídricos; usinas hidroelétricas; crise hidroenergética.

Introdução

A seca é um fenômeno natural, resultante de baixas precipitações por um período prolongado, que ocorre de forma lenta no tempo, no espaço e na sua intensidade. Por ser um processo de evolução gradual, seu início e fim é de difícil determinação e mesmo com o término do evento seu impacto ainda pode perdurar por algum tempo.

A seca é um fenômeno complexo que pode desencadear inúmeros impactos para importantes segmentos da sociedade, como: agricultura, recursos hídricos e por tabela, o setor de energia e socioeconômico. Por isso, a seca é classificada em quatro categorias, a saber: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica.

A seca meteorológica é considerada quando há déficit de chuva em relação ao que normalmente ocorre em uma determinada região, o percentual de precipitação para caracterização da seca de precipitação é entre 70% e 75% abaixo do valor normal durante um período prolongado. Os principais impactos são relacionados ao déficit de umidade no solo que desacelera o plantio e o crescimento de culturas e pastagens (Fernandes et al., 2009). A seca hidrológica ocorre quando a seca meteorológica persiste por um período muito longo, o que reduz os níveis de água em reservatórios de superfície e subterrâneos por um determinado período de tempo e impactando o abastecimento de água em centros urbanos, industriais, nos sistemas de irrigação e na produção de energia. A combinação da seca meteorológica e da seca hidrológica geram impactos na agricultura como perda de colheitas e

pastos, ocasionando, assim, a seca agrícola. Os impactos das categorias de secas citados acima afetam as atividades humanas relacionadas a área socioeconômica devido prejudicar a oferta e procura de um bem, que é a água (Andrade, 2017).

Vários países no mundo têm desenvolvido mecanismo de acompanhamento e/ou alerta precoce de secas. Dentre eles tem-se o Monitoramento de Secas dos Estados Unidos (USDM), que foi desenvolvido no final da década de 1990 em uma ação conjunta da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) e do Centro Nacional de Mitigação da Seca da Universidade de Nebraska-Lincoln, o qual foi o primeiro sistema de acompanhamento e previsão de secas implantado no mundo. Em uma ação colaborativa entre Canadá, México e Estados Unidos surgiu o NADM (North American Drought Monitor), que monitora a seca na América do Norte. Além deste, há também o Monitor de Sequia do México, que tem como finalidade ações proativas em eventos de maior severidade e emitir alerta precoce de secas (Gonçalves et al., 2021).

Na América do Sul, em particular no Brasil, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), vem implementando o Monitor de Secas do Brasil. Essa ferramenta de monitoramento da seca natural teve seu marco na região Nordeste do Brasil e ainda está em expansão. Atualmente o Monitor de Secas do Brasil tem cobertura de grande parte do território brasileiro.

Monitor de Secas do Brasil

O Monitor de Secas do Brasil, referido a partir daqui como MSB, é um processo de monitoramento de secas que reúne dados e informações hidrometeorológicas, oriundas de diversas instituições federais e estaduais, com o objetivo de produzir mapas mensais em que se possa acompanhar a situação da seca e seu grau de severidade. Na elaboração do mapa do MSB são utilizados índices padronizados de secas (SPI, SPEI e SDSI) de curto e longo prazos, bem como produtos de apoio, como dados coletados de temperatura e precipitação (Gonçalves *et al.*, 2021).

O MSB foi implementado em agosto de 2014, quando a Região Nordeste enfrentava uma condição de seca intensa, em que se buscava uma intervenção mitigatória com urgência. Por esse motivo, o recorte inicial do projeto foi o chamado Monitor de Secas do Nordeste (MSNE) (ANA, 2021).

Ao longo desses sete anos, o Monitor de Secas tem incorporado outros estados contíguos à área já monitorada, num processo de progressiva expansão que deve completar-se em 2023, fechando a cobertura de todo território nacional. O primeiro estado fora da região Nordeste que aderiu ao Monitor de Secas foi Minas Gerais, em novembro de 2018. Atualmente, o MSB abrange 21 unidades da Federação e já está presente nas cinco regiões brasileira.

A rotina de elaboração do mapa mensal tem três etapas: autoria, validação e observação de impactos locais decorrentes da seca. O processo é 100% participativo e colaborativo, e conta com as instituições estaduais parceiras como protagonistas.

A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituição Central (IC) do Programa Monitor de Secas do Brasil, disponibiliza mensalmente, para a equipe de

autores do mapa, todos os dados e informações hidrometeorológicas das redes federal e estaduais, bem como calcula os índices de seca em diferentes escalas de tempo (3, 4, 6, 12, 18 e 24 meses). Esses dados são utilizados para análise dos autores, junto com outros produtos de apoio em sensoriamento remoto.

A partir dessa análise, os autores traçam os primeiros mapas, chamados de rascunhos, que estão sujeitos à etapa de validação por cada um dos estados participantes. Cada estado possui uma equipe de validadores, que avalia se a seca proposta pela equipe de autoria representa bem a situação de seca no seu respectivo estado. Para isso, o validador conta com uma rede de apoio, composta por observadores que relatam os principais impactos locais decorrentes da seca na sua área de atuação, especialmente os que se relacionam à agricultura e aos recursos hídricos. Assim, verifica-se que o monitoramento do MSB consiste na convergência de evidências para a caracterização da situação de seca em nível estadual (Martins *et al.*, 2015).

O objetivo deste trabalho é mostrar que o Monitor de Secas do Brasil é uma ferramenta eficiente de monitoramento de secas em escala regional, que pode ser usado para antecipar a situações críticas de escassez e crises hídricas no Brasil.

Material e métodos

A área de interesse está localizada entre os estados de Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Mato Grosso do Sul (Figura 1), onde se encontram as principais Usinas Hidrelétricas (UHE's) pertencentes ao subsistema Sudeste/Centro-Oeste (Figura 2), que responde por aproximadamente 70% da capacidade máxima de armazenamento de energia elétrica por mês (Tabela 1).

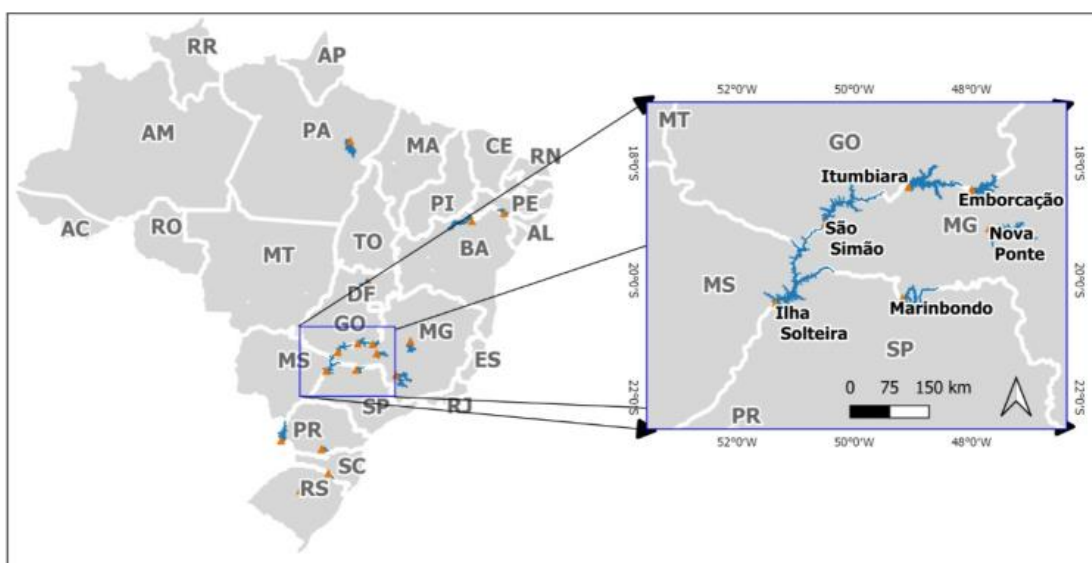


Figura 1: Delimitação da área de estudo (quadro azul), com a identificação das UHE's e as manchas d'água dos reservatórios, entre as regiões Centro-Oeste/Sudeste do Brasil.

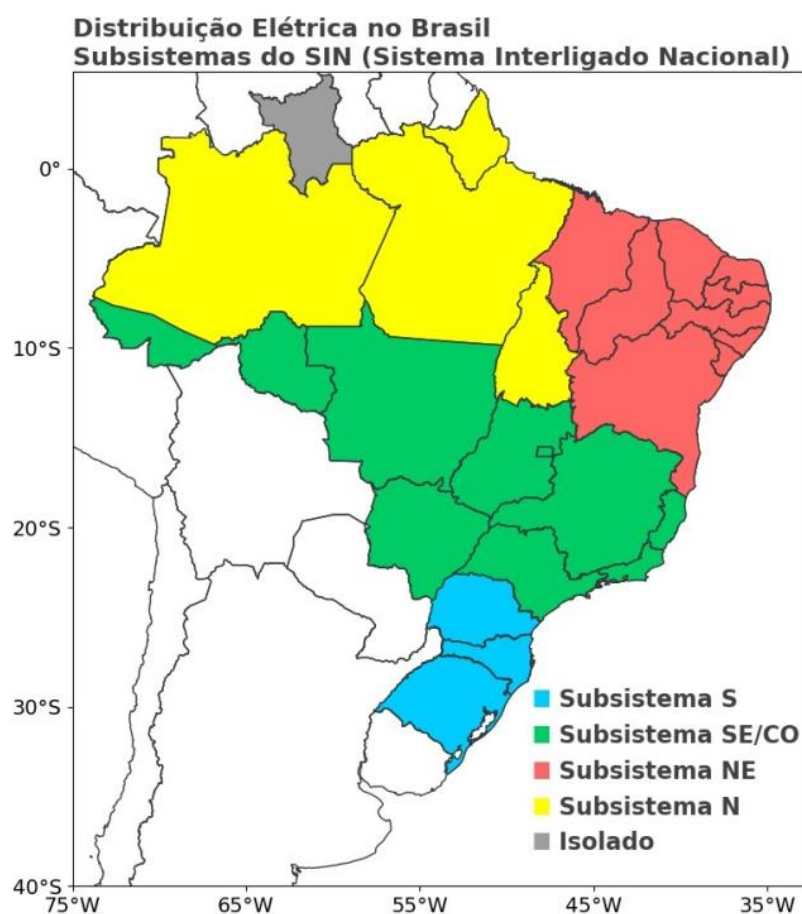


Figura 2: Subsistemas do Sistema Interligado Nacional de Energia Hidrelétrica (SIN).

O período de estudo compreende os anos de 2018 a 2021. Foram escolhidos os mapas de

novembro de 2018, quando iniciou o monitoramento da seca em parte da área de estudo

(Minas Gerais); junho e dezembro de 2019; junho, julho, agosto e novembro de 2020; e março e agosto de 2021. Os mapas do MSB estão disponibilizados no site do Programa Monitor de Secas no site da ANA.

Tabela 1: Capacidade de Armazenamento por mês de cada Subsistema de Energia Hidrelétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN).

Capacidade Máxima de Armazenamento	MWmês	Porcentagem (%)
SUDESTE/CENTRO-OESTE	203.567,08	70,1
SUL	19.897,05	6,9
NORDESTE	51.602,07	17,8
NORTE	15.164,89	5,2
Total	290.231,08	100,0

Tabela 2: Classificação de severidade de seca, com as categorias, possíveis impactos e valor dos índices SPI e SPEI associados. Fonte: Monitor de Secas do Brasil.

Categoria	Descrição	Possíveis Impactos	SPI/SPEI
S0	Seca Fraca	Entrando na seca: déficit de umidade no solo desacelerando o plantio e o crescimento de culturas ou pastagens. Saindo da seca: alguns déficits hídricos duradouros; pastagens ou culturas sem recuperação total	-0,5 a -0,7
S1	Seca Moderada	Alguns danos a colheitas, pastos; início ou iminência de falta de água em poços, córregos e/ou reservatórios; requerido algumas restrições para a utilização da água (voluntário)	-0,8 a -1,2
S2	Seca Severa	Provável perda de colheitas e pastos; escassez de água parcial; imposição de restrições para utilização da água	-1,3 a -1,5
S3	Seca Extrema	Grande perda de colheitas e/ou pastos; escassez de água generalizada (ou em diversas fontes)	-1,6 a -1,9
S4	Seca Excepcional	Perda excepcional de colheitas ou pastos; escassez de água em reservatórios, córregos e poços de água, criando uma situação de emergência/calamidade	-2,0 ou menos

As cinco categorias de seca utilizadas nos mapas do Monitor de Secas do Brasil apresentam a gradação do fenômeno segundo a sua severidade. A classificação em seca fraca, moderada, grave, extrema ou excepcional está associada aos valores dos dois principais índices de seca analisados pelos autores do mapa: Standardized Precipitation Index (SPI) e Standardized Precipitation Evapotranspiration Index (SPEI). Além disso, a classificação de severidade de seca do MSB (tabela 2) também considera os possíveis impactos relacionados a cada categoria de seca. Como exemplo, uma área com seca S4 (excepcional) normalmente está sujeita a grandes impactos no

setor agrícola, com expressivas perdas de colheitas ou pastos, bem como nos recursos hídricos, marcadas por situações de escassez crítica nos mananciais, que culminam em cenários de crises e situações de emergência e/ou calamidade que trazem ainda, para região afetada pelo fenômeno, consequências na área social e econômica.

Resultados e discussão

O primeiro mapa do período de estudo escolhido foi o de novembro de 2018, quando o MSB iniciou a expansão além da região Nordeste com o monitoramento do estado de Minas Gerais. A área de interesse está destacada com o quadrado azul (Figura 3) em todos os mapas apresentados. Em novembro de 2018 (Figura 3a), pode-se observar que, na área destacada, havia apenas uma pequena porção do Triângulo Mineiro com seca fraca (S0) e o restante da região de estudo sem seca relativa. Nos cinco meses seguintes (dezembro/2018, janeiro, fevereiro, março, abril e maio/2019), houve recuo da seca fraca (S0), deixando todo o Triângulo Mineiro sem seca relativa até maio de 2019. Apenas em junho de 2019 (Figura 3b), registrou-se o surgimento de uma seca fraca (S0) com impactos de curto prazo, que pode ser determinado como o início desse evento que, com sua intensificação contínua ao longo dos meses, levou à situação de escassez hídrica na região de estudo.

Seis meses depois, em dezembro de 2019 (Figura 3c), é possível observar que a seca na área em destaque de Minas Gerais já havia intensificado para a categoria S2 (seca grave) na maior parte da região, com outras pequenas áreas com categoria S0 (seca fraca) e S1 (seca moderada). A seca nessa categoria, como indicado na Tabela 2, já pode apresentar provável perda de colheitas e pastos, escassez de água parcial e imposição de restrições para utilização da água. Neste mesmo mês, percebemos que o MSB já havia iniciado o monitoramento no Espírito Santo (região Sudeste) e em Tocantins (região Norte).

Com a situação de seca iniciando já em 2019, a ANEEL começou a ajustar a bandeira tarifária em julho de 2019. A bandeira tarifária é

utilizada pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) desde 2015, e são diferenciadas por três modalidades: verde, amarela e vermelha. Sendo a verde a taxa mais barata, e tem um indicativo positivo de produção de energia favorável. A bandeira amarela indica um sinal de alerta, e a bandeira vermelha indica condições de produção de energia muito ruins, e essa em especial, é dividida em duas tarifas, uma mais cara que a outra. Tais bandeiras servem como sinalização para que o consumidor saiba todo o mês as condições e os custos de geração de energia no país.

Com isso, de julho a dezembro de 2019, foram utilizadas as bandeiras amarelas e vermelhas de forma alternada (ANEEL,2021), coincidindo tanto com o início da seca, como também com a piora das categorias vistas nos mapas do MSB na área estudada até dezembro de 2019.

No ano de 2020, no setor em destaque, houve uma persistência da seca grave, em especial no Triângulo Mineiro, de janeiro a abril. Em maio de 2020, houve um agravamento da categoria de seca, passando de S2 (seca grave) para S3 (seca extrema) no Triângulo Mineiro, e tais figuras podem ser acessadas no site do MSB.

Com o progressivo aumento no número de estados monitorados pelo MSB, foi possível acompanhar o agravamento da seca na região de estudo. Com a adesão de Goiás de Mato Grosso do Sul e São Paulo nos meses seguintes, toda a área de interesse passou a ser acompanhada. Em junho, julho e agosto de 2020 (Figura 3d, e, f) é possível verificar a persistência da seca extrema em junho, e aumento progressivo da área afetada por esta categoria de seca. Em novembro de 2020 (figura 3g), as categorias predominantes eram as de seca grave (S2) e extrema (S3), onde os impactos esperados incluem escassez de água generalizada e grande perda de colheitas (Tabela 2). Nos meses seguintes, houve uma persistência da seca S3 na região.

Enquanto isso, a política de bandeiras tarifárias de energia em dezembro de 2020, utilizou a vermelha 2 (de valor mais alto). Nos meses seguintes, até abril de 2021, voltou a bandeira amarela e a partir do mês de maio, foi novamente utilizada a bandeira vermelha 1 (nesse caso, a mais barata) (ANEEL, 2021).

Em março de 2021 (Figura 3h) registrou-se pela primeira vez, na área de estudo, seca excepcional (S4) no setor noroeste de São Paulo, divisa com o estado de Minas Gerais. A categoria S4 é a mais intensa do MSB, e os impactos associados são: escassez de água em reservatórios, córregos e poços d'água, criando uma situação de emergência/calamidade e perda excepcional de colheitas e pastos. Esse indicativo é importante considerando que nos meses seguintes, típicos da estiagem climatológica nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, não houve melhora no acumulado de chuvas da região. Consequentemente, a seca S4 continuou avançando e, a essa altura, a crise hídrica e energética já estava confirmada. A bandeira tarifária de junho a agosto de 2021 foi a bandeira vermelha 2 (ANEEL, 2021).

Fechando o período de análise com o mapa de agosto de 2021 (Figura 3i), é possível perceber que na área em destaque, a menor categoria é a de seca grave (S2). Também nota-se o aumento significativo das áreas com seca extrema (S3) e seca excepcional (S4). Esse resultado confirma a eficiência do MSB no monitoramento da seca como ferramenta adicional, que pode ser utilizado na gestão de recursos hídricos, em escala regional, podendo ser usado tanto para monitorar quanto para antecipar situações críticas de escassez e crises hídricas, pois suas categorias permitem a observação da evolução da seca no tempo e também a área atingida pela seca mais intensa, na qual está associada os seus principais impactos.

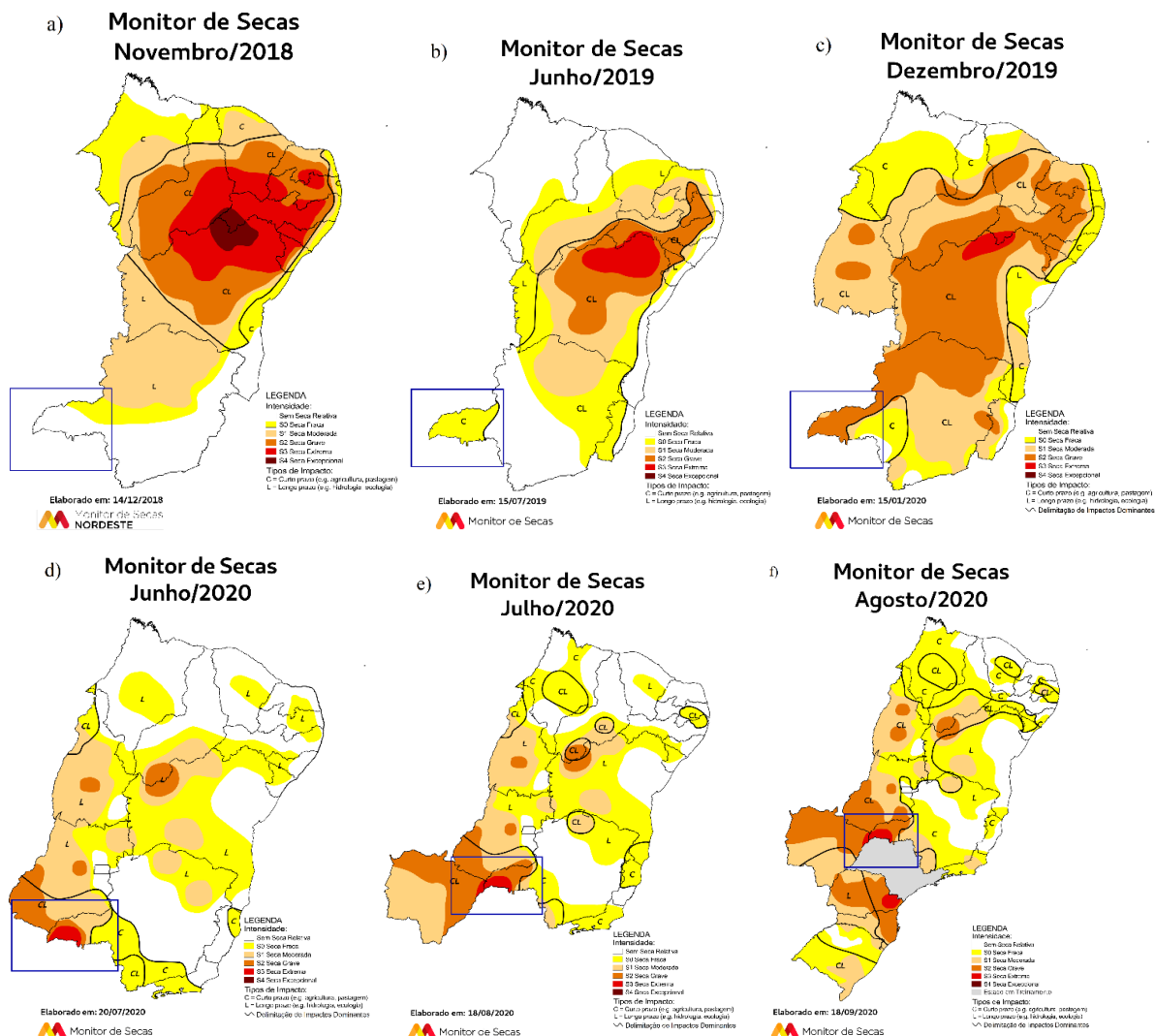


Figura 3: Mapas do Monitor de Secas do Brasil. Fonte: <https://monitordesecas.ana.gov.br>

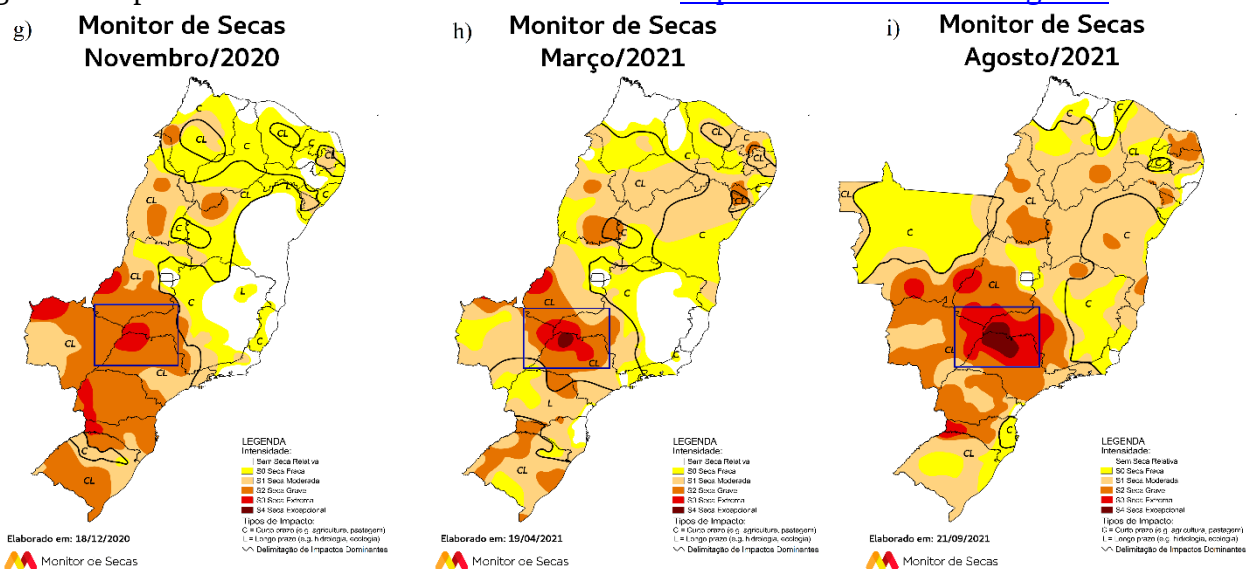


Figura 3 (continuação): Mapas do Monitor de Secas do Brasil. Fonte: <https://monitordesecas.ana.gov.br>

Conclusões

Pode-se observar que à medida que o MSB registrou secas nas categorias extrema e excepcional em boa parte da área de estudo, houve o reconhecimento da situação de escassez hídrica pela ANA na Região Hidrográfica do Paraná e o progressivo aumento nas bandeiras tarifárias autorizadas pela ANEEL, evidenciando impactos significativos na economia, em virtude da baixa disponibilidade de recursos hídricos para geração de energia hidrelétrica.

O Monitor de Secas do Brasil se mostrou uma ferramenta eficiente de monitoramento regional em escala mensal, capaz de mostrar o surgimento do fenômeno estudado, sua evolução espaço-temporal e sua intensificação. Ainda, sua classificação em 5 graus de severidade (categorias) condiz com os impactos progressivos nos recursos hídricos que foram observados ao longo do período de análise.

Agradecimentos

À Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) e a todas as instituições colaboradoras do traçado do mapa do Monitor de Secas do Brasil, pela preocupação com a qualidade continuidade dessa ferramenta.

Referências

ANA, Agência Nacional De Águas e Saneamento Básico. Monitor de Secas do Brasil. 2021.

Disponível em:
<https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=9&ano=2021>. Acesso em 28 out. 2021

Andrade, T. S. 2017. Resiliência a secas futuras, índices de Seca e Análise de Vulnerabilidade em Bacias Hidrográficas do Semiárido Brasileiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. 2021. Bandeiras Tarifárias.

Fernandes, D. S.; Heinemann, A. B.; Paz, R. L. da; Amorim, A. O.; Cardoso, A. S. 2009. Índices para a quantificação da seca. Embrapa Arroz e Feijão-Documents (INFOTECA-E).

Gonçalves, S.T.N.; Junior, F.C.V., Sakamoto, M.S; Silveira, C.S.; Martins, E.S.P.R. 2021. Índices e Metodologias de Monitoramento de Secas: Uma Revisão. Revista Brasileira de Meteorologia, 36, p. 495-511. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863630007>.

Martins, E.S.P.R.; De Nys, E.; Molejón, C.; Biazeto, B.; Silva, R.F.V. 2015. Monitor de Secas do Nordeste, em busca de um novo paradigma para a gestão de secas. Brasília: Banco Mundial, Série Água, 10, p. 1-128.