

EFEITO LA NIÑA 2020 NA BACIA DO RIO URUGUAI: UMA ESTIMATIVA A PARTIR DE DADOS DE SENSORIAMENTO REMOTO ORBITAL

Bruna Batista Kappes, Gabriel Gonçalves Barbosa

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO: O La Niña é um fenômeno atmosférico-oceânico que altera valores de precipitação devido ao resfriamento da superfície do Oceano Pacífico. Localizada na Bacia do Rio Uruguai, a região Noroeste do Rio Grande do Sul está entre as mais afetadas pela estiagem ocasionada em 2020 pelo fenômeno, tendo perdido 45% da produção anual de soja. Considerando-se a grande extensão dessa bacia e a quantidade de dados *in situ* necessários para a estimativa de variáveis hidrológicas, o objetivo desse estudo foi utilizar dados de sensoriamento remoto orbital para estimar a diferença no balanço hídrico em anos com e sem ocorrência de La Niña (2020 e 2019). Foram utilizados dados de precipitação (IMERG), evapotranspiração (MODIS) e anomalias de armazenamento (GRACE-FO) para os meses de dezembro a fevereiro. Os resultados indicam que houve redução de 39% na precipitação entre os dois anos, e uma diferença de quase 70% na evapotranspiração; o armazenamento da bacia sofreu uma diminuição de quase 15 vezes quando comparados os dois anos. Ressalta-se a facilidade e rapidez de processamento de dados oriundos de sensoriamento remoto orbital para estimativas hidrológicas e destaca-se a necessidade de validações que permitam estimar o erro e a variação das informações em estudos futuros.

Palavras-chave: Estimativas Hidrológicas; Fenômeno Atmosférico; Escoamento

ABSTRACT: La Niña is an atmospheric-oceanic phenomenon that changes precipitation values due to the cooling of the surface of the Pacific Ocean. Located in the Uruguay River Basin, the Northwest region of Rio Grande do Sul is among the most affected by the drought caused in 2020 by the phenomenon, having lost 45% of the annual soy production. Considering the large extent of this basin and the amount of in situ data needed to estimate hydrological variables, the aim of this study was to use orbital remote sensing data to estimate the difference in water balance in year with and without La Niña (2020 and 2019). Precipitation (IMERG), evapotranspiration (MODIS) and storage anomalies (GRACE-FO) data were used for the months from December to March. The results indicate a 39% reduction in precipitation between the two years, and almost 70% difference in evapotranspiration; the basin storage has suffered a decrease of almost 15 times when compared the two years. We emphasize the ease and speed of processing data from orbital remote sensing for hydrological estimation and highlight the need for validations that allow estimating the error and variation of the information in further studies.

Keywords: Hydrological Estimation; Atmospheric Phenomenon; Runoff

INTRODUÇÃO

O La Niña é um fenômeno atmosférico-oceânico que ocorre no oceano Pacífico Equatorial e consiste no resfriamento anormal das águas superficiais (INPE, 2020). Na região sul do Brasil esse fenômeno afeta os padrões de precipitação, fazendo com que os regimes de chuva fiquem abaixo da média climatológica anual e ocasionem estiagem (Matzenauer et al., 2018).

O estado do Rio Grande do sul produz em média 17,4 milhões de toneladas de soja anualmente, e em 2020 teve cerca de 32% de perda na safra em razão do fenômeno La Niña (EMATER, 2020). A região Noroeste do estado, localizada na Bacia do Rio Uruguai, está entre as mais atingidas registrando perdas de até 45% na produção da cultura.

A Bacia do Rio Uruguai abrange 3 países (Argentina, Brasil e Uruguai) e tem uma área total de 349.844,10km², sendo aproximadamente 174.412km² em solo brasileiro (Marcuzzo et al., 2016). Sua

grande extensão faz com que sejam necessários a amostragem e o processamento de uma grande quantidade de dados obtidos *in situ* para o estudo e estimativa de variáveis hidrológicas como precipitação e evapotranspiração. Uma alternativa viável para esses casos é o uso de dados de sensoriamento remoto orbital que, mesmo apresentando limitações intrínsecas, facilitam a visualização geral dos sistemas estudados.

Tendo em vista a forte estiagem ocorrida na região noroeste do Rio Grande do Sul no primeiro semestre de 2020, o objetivo desse trabalho foi estimar, a partir de dados de sensoriamento remoto orbital, o estoque de água na Bacia do Rio Uruguai durante o La Niña e compará-lo com o ano anterior no qual não houve o evento, fazendo assim um contraponto do balanço hídrico nas duas ocasiões.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia utilizada nesse estudo foi proposta por Mehta e McCartney (2020) no curso *Using Earth Observations to Monitor Water Budgets for River Basin Management II* oferecido pelo ARSET (*Applied Remote Sensing Training*) da NASA (*National Aeronautics and Space Administration*). Para visualizar os efeitos do fenômeno La Niña foi realizada a estimativa de água armazenada na bacia durante estação chuvosa (período de dezembro a fevereiro) nos anos de 2019 e 2020. O arquivo para delimitação da bacia em formato *shapefile* foi obtido através da Agência Nacional de Água (ANA), o que restringiu as estimativas apenas para a área da bacia localizada em solo brasileiro.

Foram utilizados dados de precipitação mensal obtidos dos satélites GPM, a partir do algoritmo IMERG com resolução espacial de 0.1°, aproximadamente 11km. Para evapotranspiração, foi utilizado o produto MOD16A2GF do satélite MODIS, com resolução espacial de 500m e temporal de 8 dias. Em relação à mudança de armazenamento da água terrestre foram utilizados dados da missão GRACE-FO, que realiza a estimativa baseando-se nas variações da gravidade ocorridas devido à extração de água dos lençóis freáticos e possui resolução temporal mensal e espacial de 1°, aproximadamente 110km.

Por se tratar de estimativas para a área total da bacia, padrões e variações espaciais foram desconsiderados e optou-se por não realizar procedimentos de interpolação que equalizassem as resoluções espaciais dos dados. A obtenção dos dados em formato raster foi realizada nas plataformas Giovanni – NASA, AppEEARS (*Application for Extracting and Exploring Analysis Ready Samples*) do governo Americano e PODAAC (*Physical Oceanography Distributed Active Archive Center*) da NASA respectivamente.

Para considerar a evapotranspiração total da estação chuvosa, foi realizada a reclassificação dos valores de preenchimento das camadas que correspondem às classes de água, área urbana, área estéril, vegetação esparsa e não classificado e posteriormente a soma dos meses dezembro, janeiro e fevereiro para cada ano separadamente. Uma vez que as anomalias GRACE-FO são dadas em metros, foi realizada sua conversão para milímetros e então considerada a diferença entre os respectivos meses para cada ano. Todos os processos foram realizados no *software* livre QGIS v. 3.12. A ferramenta *Zonal Statistics* foi utilizada para o cálculo de precipitação, evapotranspiração e anomalias médias.

Os cálculos dos valores finais para toda a bacia foram feitos considerando-se a área total e os valores médios obtidos na etapa anterior. A partir dos dados de precipitação, evapotranspiração e anomalias de armazenamento foi realizada a estimativa de escoamento para a bacia conforme a equação 1, onde ES é o armazenamento, PR é a precipitação, ET é a evapotranspiração e AG são as anomalias. A manipulação dos dados foi realizada no *software* Excel.

$$ES = PR - ET - AG \quad (1)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação acumulada dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro do ano de 2019 teve valores de mínima em 410mm e de máxima em 1040mm, conforme ilustrado na figura 1. Já no ano de 2020 esses valores variaram entre 210mm e 705mm ao longo de toda área da bacia. No ano de 2019 foram em média 109,2 bilhões de m³ de água precipitados, enquanto em 2020 foram apenas 66,53 bilhões de m³, uma diminuição de mais de 39%.

Os resultados indicam ainda que em média 71,6 bilhões de m³ de água foram perdidos para a atmosfera nos respectivos meses no ano de 2019 via evapotranspiração, enquanto em 2020 foram 22,16 bilhões de m³, redução de quase 70%. Os valores máximos e mínimos foram 122,4mm e 751mm em 2019 e 17,8mm e 320,4mm em 2020, conforme figura 2.

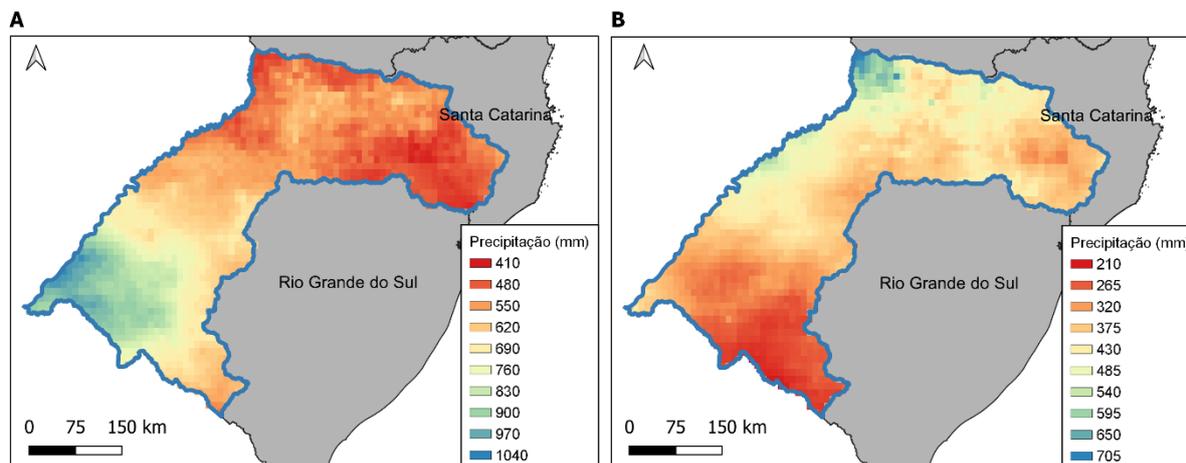


Figura 1 - Precipitação acumulada nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro para a Bacia do Rio Uruguai nos anos de 2019 (A) e 2020 (B). Datum: WSG 84.
Fonte: IMERG, IBGE, Agência Nacional de Águas

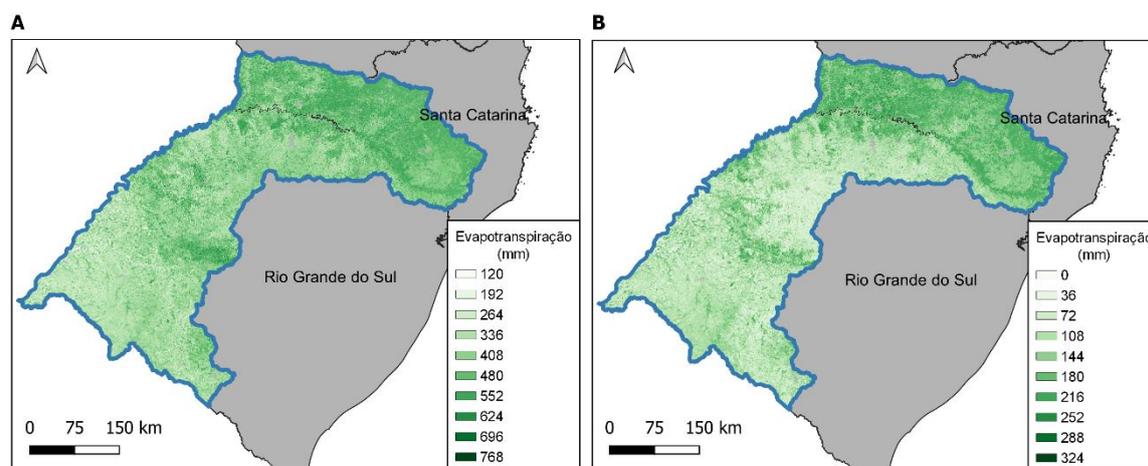


Figura 2 - Valores de evapotranspiração acumulada nos meses de dezembro a fevereiro para o ano de 2019 (A) e 2020 (B). Datum: WSG 84.
Fonte: MODIS, IBGE, Agência Nacional de Águas

Em relação às anomalias obtidas através dos dados GRACE-FO, o valor médio obtido para 2019 foi de -0,72 bilhões de m³ e para 2020 foi de -10,16 bilhões de m³. Esses valores demonstram que no ano de 2020 houve uma mudança no armazenamento de água 15 vezes maior do que no ano anterior. A estimativa de escoamento para o ano de 2019 obteve um valor médio de 36,88 bilhões de m³ e para o ano de 2020 de 34,19 bilhões de m³. É necessário ressaltar que esses valores não representam a mudança absoluta, mas sim dão a visão geral da amplitude de variação que ocorreu entre os dois anos.

A resolução espacial dos dados GRACE-FO, de aproximadamente 110km, faz com que não seja possível a determinação de anomalias no armazenamento de água terrestre de bacias hidrográficas menores que ~ 12.100 km². Logo, é possível perceber que tratando-se de estudos realizados apenas com dados de sensoriamento remoto orbital, a incerteza e o erro se tornam maiores quanto menor a área de

estudo.

É necessário ressaltar ainda que a precipitação não influencia imediatamente o armazenamento hídrico, ocorrendo um atraso temporal que pode variar entre um e dois meses para que as mudanças sejam refletidas (Oliveira et al., 2020). Os dados de evapotranspiração do produto MOD16 podem também apresentar incertezas significativas dependendo das características da bacia hidrográfica, como relevo, clima e condição da vegetação (Khan et al., 2018).

Estimativas quantitativas precisas do armazenamento de água se mostram um desafio por uma série de razões, mas principalmente porque é virtualmente inviável, se não impossível, determinar e quantificar todos os componentes que afetam o regime hidrológico de uma região tão ampla como no caso da Bacia do Rio Uruguai. Apesar das limitações e incertezas, os dados de sensoriamento remoto aqui utilizados permitem a compreensão da variação de elementos da hidrologia e podem ser úteis para avaliar variações interanuais em variáveis individuais de água, possibilitando a obtenção de indicações de aumento ou diminuição na disponibilidade de água para bacias hidrográficas relativamente grandes (Oliveira et al., 2020).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados de sensoriamento remoto orbital se mostram um meio de fácil acesso e rápido processamento para a visualização em grande escala de variáveis hidrológicas. Apesar da sua utilização nesse estudo para a visualização do efeito La Niña na Bacia do Rio Uruguai, são necessárias validações a partir de dados obtidos *in situ* que permitam estimar o erro e a variação das informações. Estudos futuros considerarão além da validação, a análise de séries temporais longas e de metodologias estatísticas que sejam capazes de estimar qual a real variação causada pelo fenômeno La Niña na hidrologia na região.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todo o time ARSET pelo conhecimento transmitido durante o curso, em especial a Dr. Amita Mehta, Dr. Sean McCartney, Dr. Hiroko Beaudoin, Dr. Augusto Getirana, Dr. Benjamin Zaitchik e Dr. Felix Lenderer

REFERÊNCIAS

EMATER. Emater/RS-Ascar atualiza estimativa de perdas pela estiagem da safra de soja e milho. Acesso em 20 de agosto de 2020. Disponível em <<https://estado.rs.gov.br/emater-rs-ascar-atualiza-estimativa-de-perdas-pela-estiagem-da-safra-de-soja-e-milho>>

INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Monitoramento do El Niño durante NDJ-2019/2020. Acesso em 20 de agosto de 2020. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>

KHAN, Muhammad Sarfraz et al. Stand-alone uncertainty characterization of GLEAM, GLDAS and MOD16 evapotranspiration products using an extended triple collocation approach. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 252, p. 256-268, 2018.

MARCUZZO, Francisco Noronha; SOUZA, Cecília Reis; ALMEIDA, Daniel Borges. Bacia hidrográfica internacional do rio Uruguai e consistência dos seus divisores na escala 1: 3.000. 2016.

MATZENAUER, Ronaldo; RADIN, Bernadete; MALUF, Jaime Ricardo Tavares. O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, v. 25, n. 2, 2018.

MEHTA, Amita; MCCARTNEY, Sean. Curso: Using Earth Observations to Monitor Water Budgets for River Basin Management II, **Applied Remote Sensing Training – NASA**. 25 de Agosto de 2020.

OLIVEIRA, Lucas Yuri Dutra et al. Análise de Armazenamento Hídrico na Bacia do Paraná Utilizando

IX Simpósio da Pós-Graduação em Ciência do Sistema Terrestre
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
São José dos Campos, Brasil
8 a 11 de Dezembro de 2020

Dados GRACE, Associado a Dados Mod16 e TRMM. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 42, n. 3, p. 624-630, 2020.