

## XXIV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

### **AVALIAÇÃO DAS ANOMALIAS DE PRECIPITAÇÃO NA BACIA DO RIO URUGUAI ENTRE 2019 E 2021**

*Camila Dalla Porta Mattiuzi<sup>1</sup>*

**Palavras-Chave** – Anomalia da Precipitação, Bacia do Rio Uruguai, Seca Meteorológica

#### **INTRODUÇÃO**

Secas são fenômenos naturais e recorrentes, cujos impactos são amplos e podem afetar vários setores econômicos e sociais ao mesmo tempo (WMO, 2016). As ocorrências de secas são um dos principais desastres relacionados a recursos hídricos (ONU, 2021); entre 2009 e 2019 as secas afetaram mais de 100 milhões de pessoas e causaram perdas econômicas de mais de US\$ 10 bilhões no mundo todo (CRED, 2020). As secas podem ser classificadas em meteorológicas (falta de precipitação), hidrológicas (deficiências nos volumes de água superficiais e subterrâneos), agrícola (deficiência na disponibilidade de água para agricultura e crescimento das plantas), e socioeconômica (falta de água para atendimento das demandas) (Wilhite e Glantz, 1985).

Os anos de 2019, 2020 e 2021 foram marcados por baixas precipitações no sul do Brasil que ocasionaram redução na disponibilidade hídrica (CPRM, 2020a), repercutindo em diversos setores através da diminuição dos níveis dos reservatórios (Sfredo, 2020), problemas no abastecimento público de água (Schafer, 2021), e perdas agrícolas (Ely e Viesseri, 2020). Esta situação pode estar relacionada a uma confirmação das condições de La Niña, conforme alerta emitido em setembro de 2020, (NOAA-CPC, 2020; Kosachenco, 2020), o qual é um fenômeno conhecido por causar precipitações abaixo da média na região sul do Brasil (Grimm *et al.*, 2000).

Este trabalho tem como objetivo avaliar as anomalias de precipitação entre maio de 2019 e abril de 2021 em relação à média histórica, utilizando precipitação medida por satélite do produto GPM (Global Precipitation Measurement) para analisar o comportamento da precipitação na extensão da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai.

#### **MATERIAIS E MÉTODOS**

##### **Área de Estudo**

A Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai possui área de drenagem de aproximadamente 385 mil km<sup>2</sup>, e está localizada na fronteira entre Brasil, Uruguai e Argentina; aproximadamente 45% da área da bacia está em território brasileiro, dos quais 73% está no estado do Rio Grande do Sul e 27% em Santa Catarina (MMA, 2006). O Rio Uruguai possui 2.200 km de extensão, é formado pela confluência dos rios Pelotas e Canoas e tem seu curso na direção leste-oeste dividindo os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina; após a confluência com o rio Peperi-Guaçu, o curso muda para a direção sudoeste, delimitando a fronteira entre o Brasil e a Argentina; após a afluência do rio Quaraí, o Rio Uruguai deixa o território nacional, e passa a definir a fronteira entre o Uruguai e a Argentina,

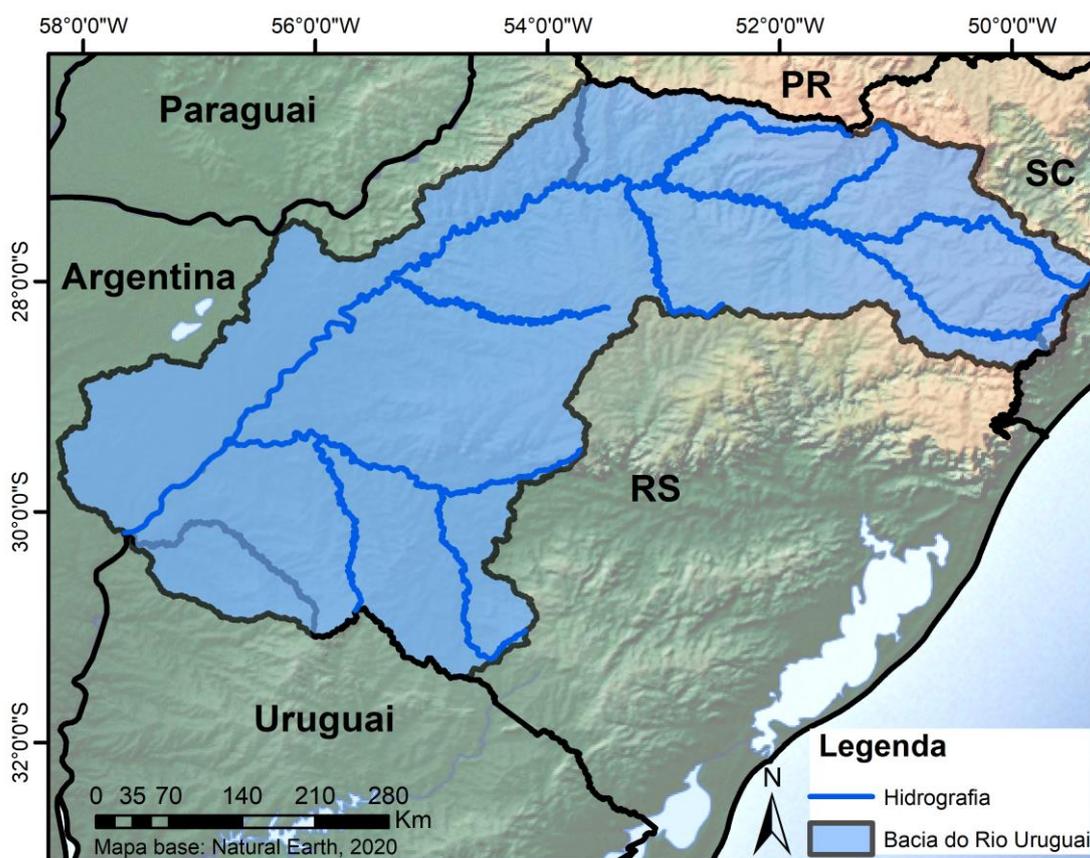
---

1) CPRM-SGB: Banco da Província, 105, Morro Santa Tereza, Porto Alegre, RS, 90.840-030, (51) 3406-7300, camila.mattiuzi@cprm.gov.br

até a sua foz, no estuário do Rio da Prata (MMA, 2006; CPRM, 2020b). A Figura 1 apresenta o mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai.

Em território brasileiro, a bacia hidrográfica do Rio Uruguai compreende 395 municípios, sendo 228 no RS e 167 em SC; a população total desta região, conforme o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), é de 4.753.431 habitantes; sendo 63% no RS e 27% em SC. No Alto Uruguai o relevo possui declividade elevada, com rios de corredeiras, curtos e com tempos de deslocamento pequenos; já no Médio e Baixo Uruguai, os rios são extensos, mais lentos e menos declivosos (MMA, 2006; CPRM, 2020b).

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai



## Fenômeno ENOS

O fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) resulta da interação entre as águas do oceano Pacífico Equatorial e a atmosfera adjacente, é caracterizado pela anomalia da temperatura da superfície do mar e tem duas fases: El Niño e La Niña, que correspondem a oscilações mais quentes e mais frias da temperatura do mar com relação à média normal histórica, respectivamente (Trenberth, 1997; Matzenauer *et al.*, 2017). O fenômeno ENOS pode também estar em neutralidade, que ocorre quando as temperaturas do oceano Pacífico Equatorial estão próximas às médias de longo período; o período de neutralidade coincide com a transição entre as fases El Niño e La Niña (NOAA-CPC, 2021a). Conforme registros históricos, episódios de El Niño e La Niña ocorrem a cada 2 a 7 anos; o El Niño costuma durar entre 9-12 meses, enquanto La Niña permanece entre 1-3 anos; ambos costumam se desenvolver durante março-junho, atingir o pico entre dezembro-abril e enfraquecer entre maio-julho (NOAA-CPC, 2021a).

Ambas fases do fenômeno ENOS provocam mudanças na precipitação em escalas global e regional que podem alterar os regimes hídricos de maneiras diferente (Matzenauer *et al.*, 2017); na região sul Brasil, a qual compreende a bacia hidrográfica do Rio Uruguai, foi observado que a fase quente (El Niño) promove ocorrências de precipitação acima da média, enquanto que na fase fria (La Niña) a ocorrência de precipitação é abaixo da média (Grimm *et al.*, 2000). Durante a fase de La Niña as células de circulação tipo Hadley enfraquecem, diminuindo os bloqueios na atmosfera e permitindo que as frentes frias passem ou desviem da região sul do Brasil, conseqüentemente diminuindo a quantidade de precipitação, já que as frentes frias são os principais agentes causadores de chuva nesta região (Cunha *et al.*, 2011).

O Centro de Previsão Climática da NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) realiza o monitoramento do ENOS através do índice ONI (Oceanic Niño Index), que corresponde ao limite de +/- 0.5°C na média de três meses da anomalia de temperatura da superfície do mar na região do oceano Pacífico Equatorial (5°N-5°S, 120°-170°W); quando o limite é atingido para, pelo menos, cinco trimestres sobrepostos, então o ONI aponta situação de El Niño ( $\geq 0.5^{\circ}\text{C}$ ) ou La Niña ( $\leq -0.5^{\circ}\text{C}$ ), ou dentro da neutralidade (entre  $-0.5^{\circ}\text{C}$  e  $+0.5^{\circ}\text{C}$ ).

A Figura 2 apresenta os resultados trimestrais sobrepostos do ONI desde 2000 até o trimestre FMA (fevereiro-março-abril) de 2021 (NOAA-CPC, 2021b); valores em vermelho apontam ocorrência de El Niño, em azul La Niña, e em cinza neutralidade. Analisando o período mais recente, percebe-se que houve mudança de El Niño para situação neutra no trimestre JJA (junho-julho-agosto) de 2019, e de neutra para La Niña no trimestre JAS (julho-agosto-setembro) de 2020, permanecendo até o FMA (fevereiro-março-abril) de 2021, pelo menos.

Figura 2 – Índice ONI para definição das fases do fenômeno ENOS (Fonte: NOAA-CPC, 2021b)

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2002	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0.0	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9
2007	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.5	-1.3	-1.0	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	0.0	0.3	0.5	0.6	0.7	1.0	1.4	1.6
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2010	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1.0	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
2011	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.0	-1.1	-1.0
2012	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
2013	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.5	-0.3	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
2015	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
2016	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1.0
2018	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0.0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
2019	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2020	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
2021	-1.0	-0.9	-0.8									

## Análise da Precipitação

Para avaliar as anomalias de precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai foi escolhido o período de maio de 2019 a abril de 2021, pois compreende os trimestres mais recentes de neutralidade e La Niña do fenômeno ENOS. A anomalia mensal é calculada subtraindo-se a precipitação média da precipitação acumulada.

A precipitação média mensal foi calculada para o período de junho de 2000 a dezembro de 2018, conforme disponibilidade de dados do produto *GPM IMERG Final Precipitation L3 1 month 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM\_3IMERGM)*; as precipitações acumuladas mensais de maio de 2019 a janeiro de 2021 foram calculadas com o mesmo produto *GPM\_3IMERGM*, enquanto que as precipitações acumuladas de fevereiro, março e abril de 2021 foram obtidas através do produto *GPM IMERG Late Precipitation L3 Half Hourly 0.1 degree x 0.1 degree V06 (GPM\_3IMERGHHL)*, devido a disponibilidade de dados do *GPM\_3IMERGM* no momento da consulta.

Os produtos IMERG fornecem a precipitação obtida a partir de vários satélites com sensores de microondas passivos da constelação GPM (Global Precipitation Measurement), os quais após processamento e calibração têm resolução espacial de 0.1°. O produto *GPM\_3IMERGM* também inclui análises com estações pluviométricas (Huffman *et al.*, 2019). Os dados de precipitação foram obtidos através do portal Giovanni da NASA, que é uma aplicação que permite visualizar e baixar diversos produtos de satélite (Acker e Leptoukh, 2007).

## RESULTADOS

### Precipitação média

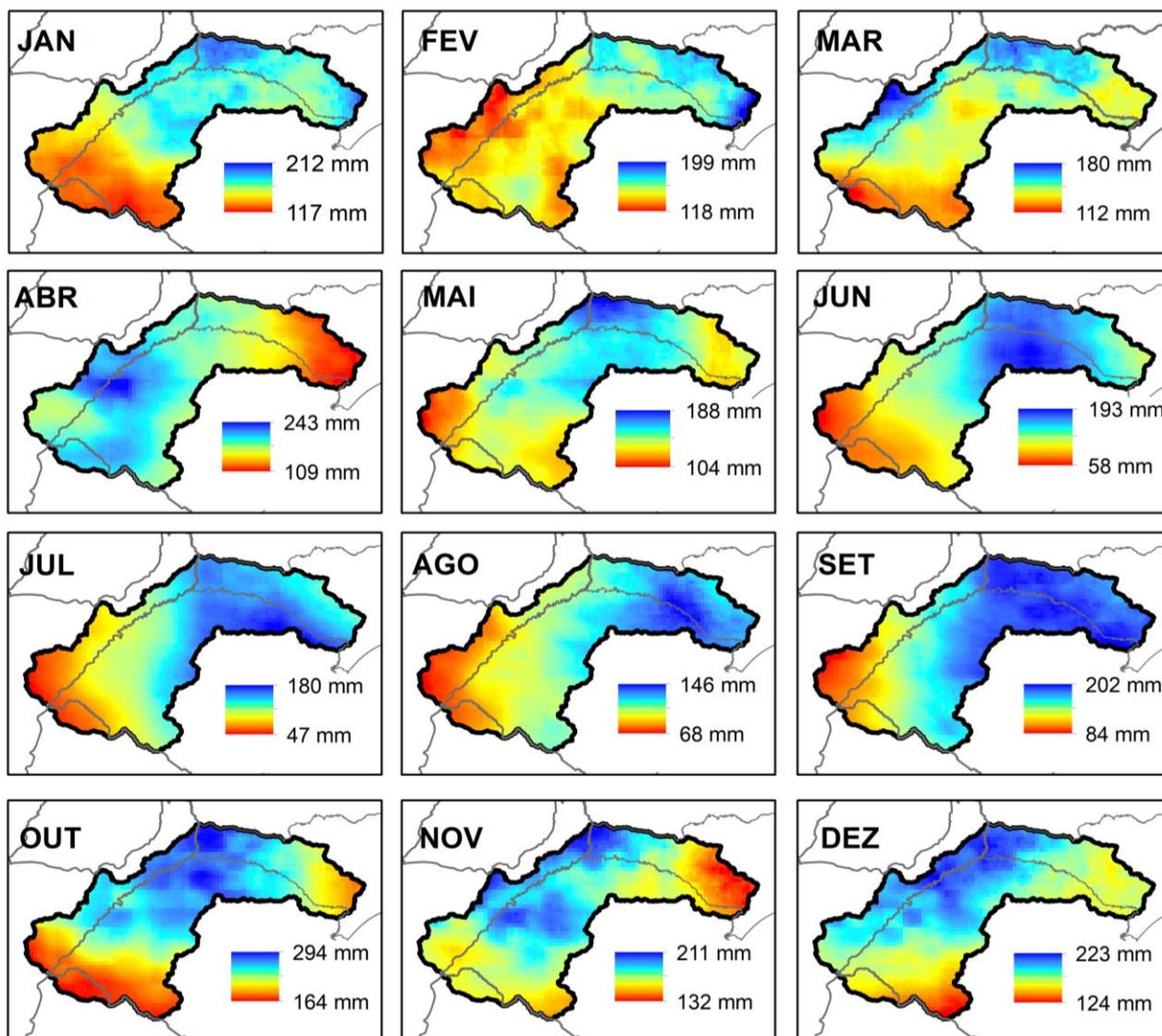
A precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, em mm, compreendendo o período de junho de 2000 a dezembro de 2018 está apresentada na Figura 3; as escalas mensais informam os valores mínimos e máximos mensais.

As menores precipitações médias são observadas nos meses de julho, junho, agosto e setembro (47 mm, 58 mm, 68 mm e 84 mm, respectivamente), ocorrendo principalmente na região oeste, na fronteira entre Brasil, Argentina e Uruguai. A maior precipitação média é observada no mês de outubro (294 mm), ocorrendo na região Média da Bacia do Rio Uruguai, nas divisas entre os estados de RS e SC com a Argentina.

Percebe-se que, em geral, as precipitações são mais elevadas na cabeceira e na região do Alto Uruguai, sendo observado menores volumes acumulados na região do Médio/Baixo Uruguai e fronteira oeste do RS; este comportamento é observado em todos os meses, com exceção dos meses de abril e novembro.

As precipitações médias mensais ao longo de toda a Bacia do Rio Uruguai variaram entre 109mm (agosto) e 233 mm (outubro); este resultado está em conformidade com estudo realizado com 94 estações pluviométricas na bacia com dados entre 1977 e 2006, no qual foi apontado que o mês de agosto é o menos chuvoso e outubro o mais chuvoso (Pinto *et al.*, 2011). As precipitações médias anuais variam de 2100mm nas cabeceiras a 1400mm na região de fronteira com o Uruguai, conforme Pinto *et al.* (2011); este comportamento também foi observado nos resultados do presente trabalho.

Figura 3 – Precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai (2000-2018), em mm

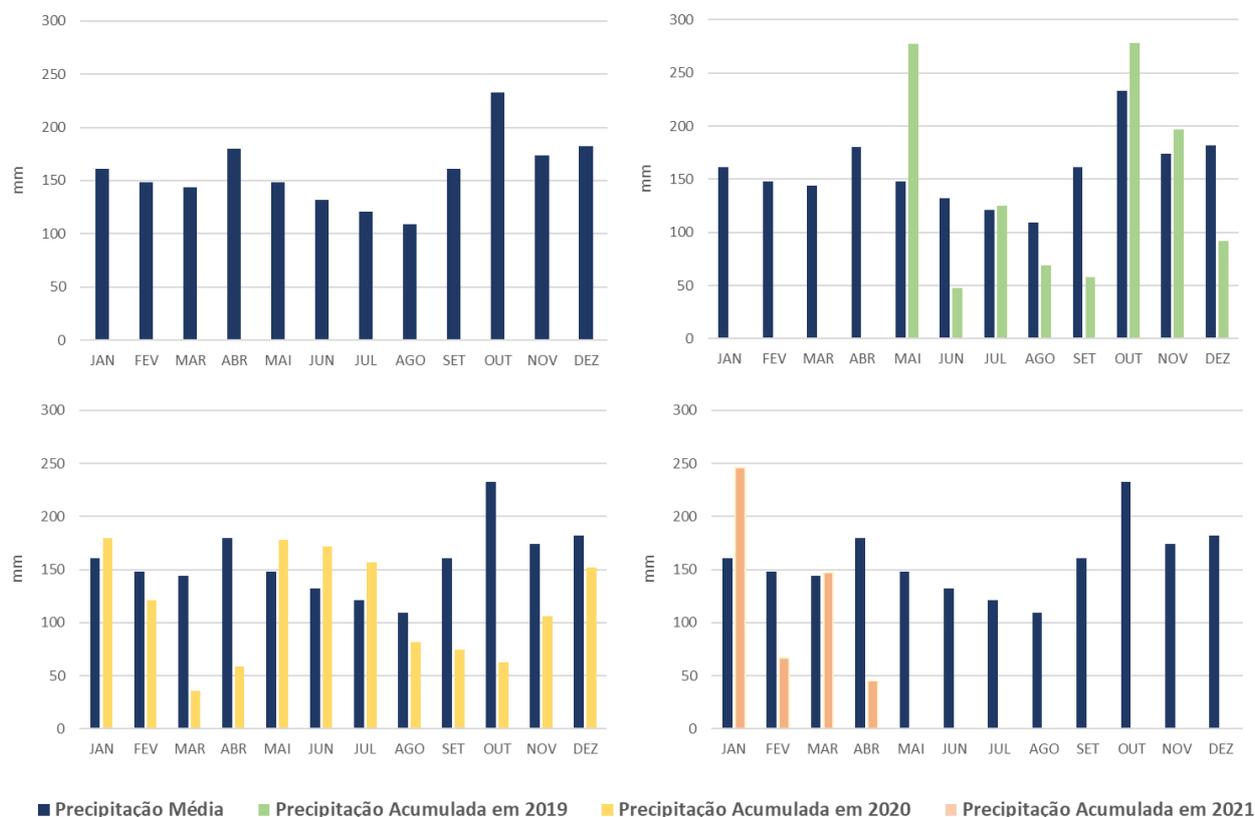


### Anomalias de Precipitação

A precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai (junho/2000-dezembro/2018) e a precipitação acumulada dos últimos 24 meses (maio de 2019 a abril de 2021) está apresentada na Figura 4. Observa-se que a precipitação média histórica é maior no mês de outubro e menor nos meses de junho, julho e agosto ao longo da extensão da bacia do Rio Uruguai. No ano de 2019 observa-se precipitações abaixo da média nos meses de junho, agosto, setembro e dezembro (36%, 63%, 36% e 51% da média, respectivamente); no ano de 2020 as precipitações abaixo da média ocorreram nos meses de fevereiro, março, abril, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro (82%, 25%, 33%, 75%, 47%, 27%, 61% e 84% da média, respectivamente), e no ano de 2021 a precipitação ficou abaixo da média nos meses de fevereiro e abril (45% e 25% da média, respectivamente).

Conforme os resultados, as menores precipitações atingiram 25% da média mensal (março/20 e abril/21), e as maiores precipitações atingiram até 87% acima da média mensal (maio/19).

Figura 4 – Precipitação média mensal na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai (2000-2018) e precipitação acumulada nos últimos 24 meses (maio de 2019 a abril de 2021), em mm



As anomalias mensais da precipitação ao longo da extensão da bacia do Rio Uruguai estão apresentadas na Figura 5. Dentro do período analisado, observa-se que em 11 meses a anomalia da precipitação foi negativa em toda a bacia do Rio Uruguai (jun/2019, set/2019, dez/2019, fev/2020, mar/2020, abr/2020, set/2020, out/2020, nov/2020, fev/2021, abr/2021), com destaque para os meses de setembro e outubro de 2020 e abril de 2021, que apresentaram os maiores valores negativos. Somente nos meses de maio de 2019 e janeiro de 2021 a anomalia de precipitação foi positiva em toda a extensão da bacia hidrográficas. Nos demais meses observa-se diferença nas anomalias de precipitação ao longo da bacia: anomalia negativa da região do Médio/Baixo Uruguai e fronteira oeste (jul/2020, ago/2020, dez/2020) e anomalia negativa na região do Alto Uruguai e cabeceiras (jul/2019, ago/2019, out/2019, nov/2019, jan/2020, mai/2020, jun/2020, mar/2021).

Nos meses outubro e novembro de 2019, quando o fenômeno ENOS estava neutro, a precipitação observada foi próxima da média, enquanto em outubro e novembro de 2020, quando estava confirmada a fase de La Niña, as precipitações foram abaixo da média; este comportamento também foi observado em outros estudos (Matzenauer *et al.*, 2017; Cunha *et al.*, 2011; Fontana e Berlato, 1997). Gimm *et al.* (1998) observou que em anos de La Niña ocorre um período de seca bem pronunciada e consistente de setembro a dezembro, com declínio de magnitude em dezembro; este comportamento também foi observado nos meses de setembro a dezembro de 2020, conforme Figura 5. Fontana e Berlato (1997) observaram que a intensidade do fenômeno ENOS ocorre entre novembro e dezembro e também abril, maio e junho do ano seguinte; os dados de anomalia negativa de precipitação de novembro e dezembro de 2020 e abril de 2021 corroboram essa afirmação, porém não estão ainda disponíveis os dados de maio e junho de 2021 para completar esta análise.

Figura 5 – Anomalias mensais de precipitação na Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai (maio/2019 a abril/2021), em mm

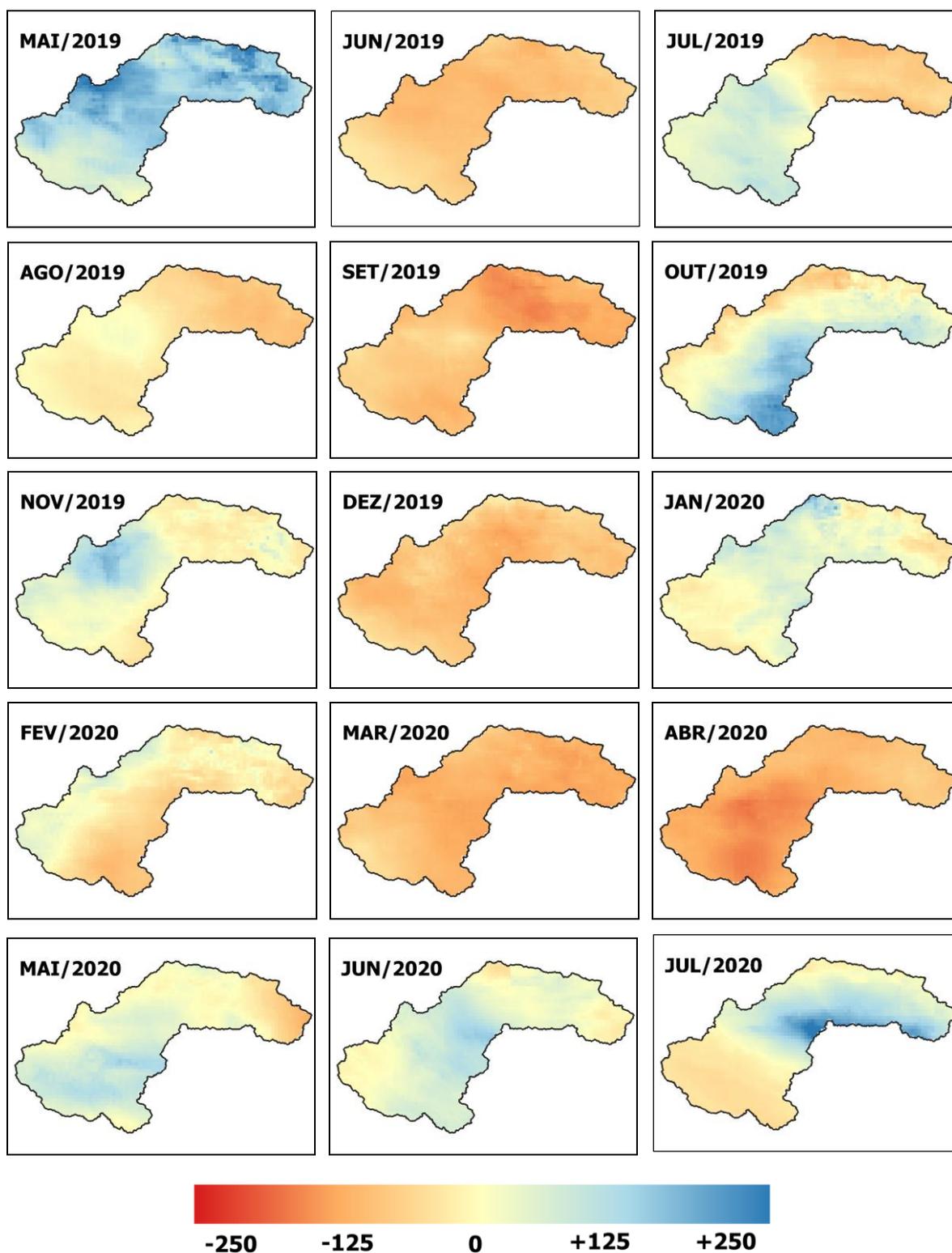
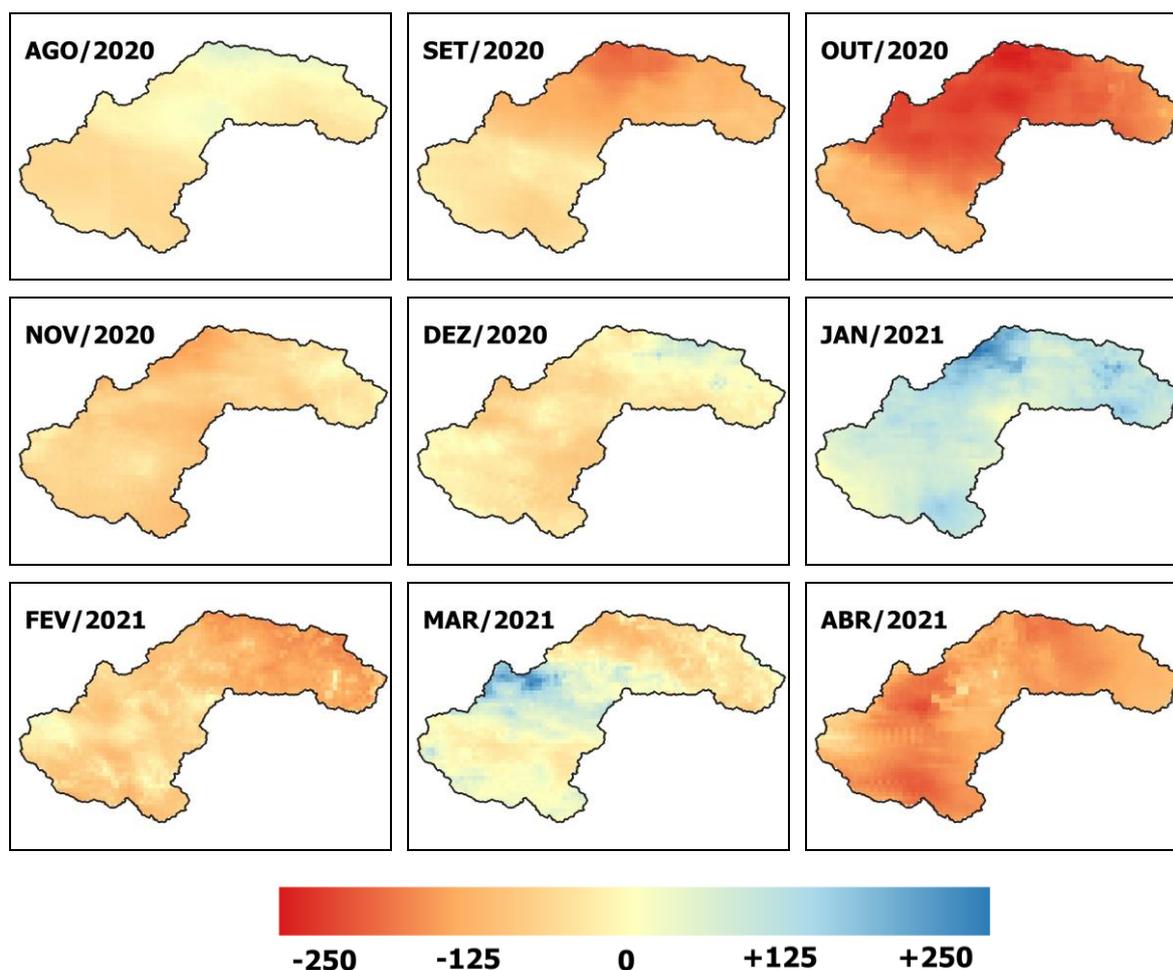


Figura 5. (cont.)



## CONCLUSÕES

Nos últimos anos foram relatados diversos impactos devido às baixas pluviometrias na região da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai, a qual se estende pelos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, além de Argentina e Uruguai. Conforme resultados apresentados neste estudo, nos 24 meses que compõem o período analisado, entre maio de 2019 a abril de 2021, a precipitação acumulada ficou abaixo da média histórica em 14 meses; sendo a situação mais crítica nos meses de março de 2020 e abril de 2021, nos quais a precipitação acumulada foi 25% da média histórica, e em outubro de 2020, na qual a precipitação acumulada correspondeu a 27% da média, sendo outubro o mês historicamente mais chuvoso na região.

Observou-se que a anomalia de precipitação foi negativa em toda a extensão da bacia do Rio Uruguai em 11 meses (jun/2019, set/2019, dez/2019, fev/2020, mar/2020, abr/2020, set/2020, out/2020, nov/2020, fev/2021, abr/2021) e positiva em apenas 2 meses (mai/2019, jan/2021). As precipitações mais elevadas são observadas na região do Alto/Médio Uruguai; observou-se que a anomalia de precipitação foi negativa nesta região também em 8 meses (jul/2019, ago/2019, out/2019, nov/2019, jan/2020, mai/2020, jun/2020, mar/2021); já na região do Baixo Uruguai e fronteira oeste, a qual historicamente recebe menores volumes acumulados ao longo do ano, a anomalia de precipitação foi negativa também em 3 meses (jul/2020, ago/2020, dez/2020).

Conforme previsões emitidas pela NOAA em 13 de maio de 2021, as condições de La Niña encerraram em maio de 2021, e existe 67% de chance que as condições do fenômeno ENOS retornem à neutralidade nos próximos meses, havendo ainda 50-55% de chance que o La Niña retorne no próximo verão (Becker, 2021).

## REFERÊNCIAS

- ACKER, J.G.; LEPTOUKH, G. (2007). “*Online Analysis Enhances Use of NASA Earth Science Data*”. AGU, v. 88, n. 2, p.14 e 17.
- BECKER, E. (2021). “*May 2021 ENSO update: bye for now, La Niña*”. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/may-2021-enso-update-bye-now-la-ni%C3%B1a>. Acesso em: maio de 2021.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. (2020a). “*Sistema de Alerta Hidrológico na Bacia do rio Uruguai*”. Relatório anual – 2020,16p.
- CPRM – COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. (2020b). “*Recordes de estiagem são registrados pelo Serviço Geológico do Brasil nos rios do RS e SC*”. Disponível em <https://www.cprm.gov.br/publique/Noticias/Recordes-de-estiagem-sao-registrados-pelo-Servico-Geologico-do-Brasil-nos-rios-do-RS-e-SC-6233.html>. Acesso em: maio de 2021.
- CRED - Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. (2020). “*Natural Disasters 2019: Now is the Time to not give up*”. Disponível em: [www.emdat.be/natural-disasters-2019-now-time-not-give](http://www.emdat.be/natural-disasters-2019-now-time-not-give). Acesso em: maio de 2021.
- CUNHA, G.R.; PIRES, J.L.F.; DALMAGO, G.A.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SILVA, A.A.G.; ASSAD, E.D.; ROSA, C.M. (2011). “*El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações*”. Revista Plantio Direto, v. Jan/Fev, 5p.
- ELY, D.; VIESSERI, B. (2020). “*Estiagem no RS é a mais severa desde a safra de 2012*”. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/economia/campo-e-lavoura/noticia/2020/01/estiagem-no-rs-e-a-mais-severa-desde-a-safra-de-2012-ck5362tja01y401ody8tlh62r.html>. Acesso em: maio de 2021.
- FONTANA, D.C.; BERLATO, M. A. (1997). “*Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul*”. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v.5, p.127-132.
- GRIMM, A.M.; BARROS, V.R.; DOYLE, M.E. (2000). “*Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events*”. Journal of Climate, v.13, p. 35-58.
- GRIMM, A.M.; FERRAZ, S.E.T.; GOMES, J. (1998). “*Precipitation anomalies in southern Brazil associated with El Niño and La Niña events*”. Journal of Climate, v. 11, p. 2863–2880.
- HUFFMAN, G.J.; STOCKER, E.F.; BOLVIN, D.T.; NELKIN, E.J.; TAN, J. (2019). “*GPM IMERG Late Precipitation L3 Half Hourly 0.1 degree x 0.1 degree V06*” Greenbelt, MD, Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC).
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. (2020). “*Cidades: censo 2010*”. Disponível em: <[www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads](http://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9662-censo-demografico-2010.html?=&t=downloads)> Acesso em: novembro de 2020.
- KOSACHENCO, C. (2020). “*La Niña vem aí: saiba como serão a primavera e o verão no RS sob influência do fenômeno*”. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/ambiente/noticia/2020/09/la-nina-vem-ai-saiba-como-serao-a-primavera-e-o-verao-no-rs-sob-influencia-do-fenomeno-ckeylwail0034014yvjvngnm6j.html>. Acesso em: maio de 2021.
- MATZENAUER, R.; RADIN, B.; MALUF, J.R.T. (2017). “*O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul*”. Agrometeoros, v.25, n.2, p. 323-331.
- MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2006). “*Caderno da Região Hidrográfica do Uruguai*”. Brasília/DF, 132p.

NATURAL EARTH. (2020). “*Mapa base: Large scale data, 1:10m*”. Disponível em: [www.naturalearthdata.com/downloads](http://www.naturalearthdata.com/downloads). Acesso em: novembro de 2020.

NOAA-CPC – NOAA CLIMATE PREDICTION CENTER. (2020). “*September 2020 ENSO update: La Niña is here*”. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/september-2020-enso-update-la-ni%C3%B1a-here>. Acesso em: maio de 2021.

NOAA-CPC – NOAA CLIMATE PREDICTION CENTER. (2021a). “*El Niño Southern Oscillation (ENSO)*”. Disponível em: <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>. Acesso em: maio 2021.

NOAA-CPC – NOAA CLIMATE PREDICTION CENTER. (2021b). “*El Niño Southern Oscillation (ENSO): Cold & Warm Episodes by Season*”. Disponível em: [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php). Acesso em: maio 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. (2021). “*Valuing Water*”. The United Nations World Water Development Report. UNESCO, Paris, 206p.

PINTO, E.J. de A.; AZAMBUJA, A.M.S. de; FARIAS, J.A.M.; PICKBRENNER, K.; SALGUEIRO, J.P.deB.; SOUSA, H.R. (2011). “*Atlas pluviométrico do Brasil: isoetas mensais, isoetas trimestrais, isoetas anuais, meses mais secos, meses mais chuvosos, trimestres mais secos, trimestres mais chuvosos*”. Brasília/DF.

SCHAFER, M. (2021). “*Estiagem acende alerta no abastecimento de água em cidades da Serra*”. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/pioneiro/geral/noticia/2021/05/estiagem-acende-alerta-no-abastecimento-de-agua-em-cidades-da-serra-cko8qtpmg003b0180d0boqcnq.html>. Acesso em: maio de 2021

SFREDO, M. (2020). “*Estiagem afeta reservatórios de usinas de energia no RS*”. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/colunistas/marta-sfredo/noticia/2020/01/estiagem-afeta-reservatorios-de-usinas-de-energia-no-rs-ck55f3qxm02d401ocrbf4b532.html>. Acesso em: maio de 2021.

TRENBERTH, K. E. (1997). “*The definition of El Niño*”. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 78, n. 12, p. 2771-2777.

WILHITE, D.; GLANTZ, M. (1985). “*Understanding the Drought Phenomenon: the role of definitions*”. Water International, v.10, p. 111-120.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. (2016). *Handbook of Drought Indicators and Indices*. Integrated Drought Management Programme (IDMP), Integrated Drought Management Tools and Guidelines Series 2. Geneva, 52p.