

## CORRELAÇÃO ENTRE O FENÔMENO ENOS E A PRECIPITAÇÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO POMBA - MG/RJ

Thiago Alves de Oliveira <sup>1</sup>  
Paulo Miguel de Bodas Terassi <sup>2</sup>  
Emerson Galvani <sup>3</sup>

### RESUMO

A variabilidade das chuvas é um dos fatores de extrema importância para o planejamento e gestão das atividades humanas. Um dos principais fatores associados a esta variabilidade são as anomalias de temperatura de superfície do mar (TSM). O objetivo da pesquisa foi avaliar a correlação entre o fenômeno ENOS (El Niño-Oscilação Sul) e as chuvas na bacia hidrográfica do rio Pomba (BHRP). A metodologia contou dados de precipitação total mensal, acessada junto à base de dados da Agência Nacional de Águas-ANA, para o período de 1970-2020, e os dados do Índice de Oscilação Sul- IOS, foram acessados junto ao Serviço Meteorológico Australiano. A partir da organização dos dados, foram processados a análise da correlação linear de Pearson ( $r$ ) e com a avaliação das correlações através do teste  $t$ . Os resultados indicaram que os efeitos da variação da TSM começam a repercutir na região a partir de dois meses de defasagem (lag). Além disso, há uma maior influência do fenômeno ENOS durante os meses de transição entre as estações chuvosa-seca-chuvosa, sobretudo nos meses de maio (com sinal negativo no alto e baixo curso da BHRP e positivo no médio curso) e outubro (com sinal positivo no alto e baixo curso da BHRP e negativo no médio curso).

**Palavras-chave:** Correlação estatística; defasagem; Sudeste do Brasil; dinâmica atmosférica; Índice de Oscilação Sul (IOS).

### ABSTRACT

Rainfall variability is one of the extremely important factors for the planning and management of human activities. One of the main factors associated with this variability are sea surface temperature (SST) anomalies. The objective of the research was to evaluate the luminosity between ENSO (El Niño-Southern Oscillation) characteristics and rainfall in the Pomba river basin (BHRP). The methodology involves total monthly operations data, accessed from the National Water Agency-ANA database, for the period 1970-2020, and data from the Southern Oscillation Index -SOI, were accessed from the Australian Meteorological Service. After organizing the data, Pearson's linear transparency analysis ( $r$ ) was processed, and correlations were evaluated using the  $t$  test. The results indicated that the effects of the SST variation began to have repercussions on the region after two months of lag. Furthermore, there is a greater influence of ENSO during the transition months between the wet-dry-wet seasons, especially

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia (Geografia Física) no Programa de Pós Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo - SP, thiago.a.oliveira@usp.br

<sup>2</sup> Pesquisador de Pós Doutorado no Departamento de Geografia da Uniersidade de São Paulo, pmbterassi@gmail.com

<sup>3</sup> Prof. Dr. no Programa de Pós Graduação em Geografia Física da Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br



in the months of May (with a negative sign in the high and low course of the BHRP and positive in the medium course) and October (with a sign positive in the high and low course of the BHRP and negative in the middle course).

**Keywords:** Statistical correlation; lag; Southeastern Brazil; atmospheric dynamics; Southern Oscillation Index (SOI).

## INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica tem interferência em diversas atividades humanas e, em condições excepcionais, está associada a diversos episódios danosos como as inundações e os movimentos de massa. Neste contexto, a ocorrência de eventos extremos e anomalias de precipitação são inerentes à variabilidade climática e, deste modo, apresenta uma influência direta em distintos setores da sociedade. Por exemplo, regula a produção agrícola e, conseqüentemente, determina a (in) segurança alimentar de uma dada região, Fontana e Berlatto (1996) destacam que 3 a cada 10 safras de milho no Rio Grande do Sul são impactadas pela variabilidade da precipitação. Além da ocorrência de eventos extremos de precipitação (EEP) diários, Mito e Silveira (2022) afirmam que há uma associação entre a frequência de eventos extremos diários e o fenômeno ENOS.

Eventos como os El Niño e La Niña, Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), Dipolo do Atlântico, Modo Anular Sul, são responsáveis pela variabilidade interanual da precipitação pluvial no Brasil (CARPENEDO; SILVA, 2022). Estes fenômenos influenciam na variabilidade pluviométrica e no regime pluviométrico, isto ocorre “devido a variações nos padrões atmosféricos climatológicos e nos sistemas atmosféricos atuantes, os quais são influenciados especialmente pela variabilidade de baixa frequência” (CARPENEDO; SILVA, 2022, p. 28). Esta variabilidade de baixa frequência está associada às interações oceano-atmosfera, e conseqüentemente às anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM).

A teleconexões atmosféricas estão associadas a interações de larga escala entre oceano-atmosfera e são capazes de produzir variações dos atributos climáticos em diferentes regiões do globo. Correa (2017, p. 92) afirma que a “interação entre as águas aquecidas do oceano com a baixa atmosfera gera alterações nos padrões gerais de circulação da atmosfera”. Neste contexto, o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) está associado a “uma variação acoplada do oceano-atmosfera, que produz alterações na temperatura da superfície do mar (TSM), na pressão, no vento e na convecção tropical, principalmente no oceano Pacífico” (GRIMM, 2009, p. 353).

Para a avaliação entre o fenômeno ENOS e as variações pluviométricas são utilizados indicadores a partir das condições de temperatura da superfície do mar (TSM) e de variações



barométricas, como o Índice de Oscilação Sul (IOS), que é calculado para a verificação das variações barométricas entre os postos de monitoramento no Taiti e em Darwin (CORREA, 2017, p. 93). O IOS permite uma avaliação da circulação de Walker, pois a partir do monitoramento barométrico é possível visualizar a “gangorra” entre o leste e oeste do Pacífico, com isso, o IOS é inversamente proporcional à TSM.

Para o território brasileiro, Teixeira e Martin-Vide (2013) destacam que para as regiões Sul e Nordeste as relações entre os episódios do ENOS e a distribuição das chuvas ficam evidentes quando da ocorrência de episódios mais fortes do fenômeno. No sudeste do Brasil, diversos autores discutiram as relações entre os totais pluviométricos e a ocorrência do fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul). Amorim e Nery (2017) afirmam que as fases positivas (negativas) mais intensas provocam aumento (redução) das chuvas na bacia hidrográfica do Atlântico Sudeste, que compreende das bacias hidrográficas dos rios Paraíba do Sul e rio Doce. Santos et al (2023) destacam que as chuvas ficaram acima (abaixo) da média m anos de La Niña (El Niño) forte no estado do Alagoas, em 70% dos eventos extremos foi possível visualizar a atuação do fenômeno ENOS.

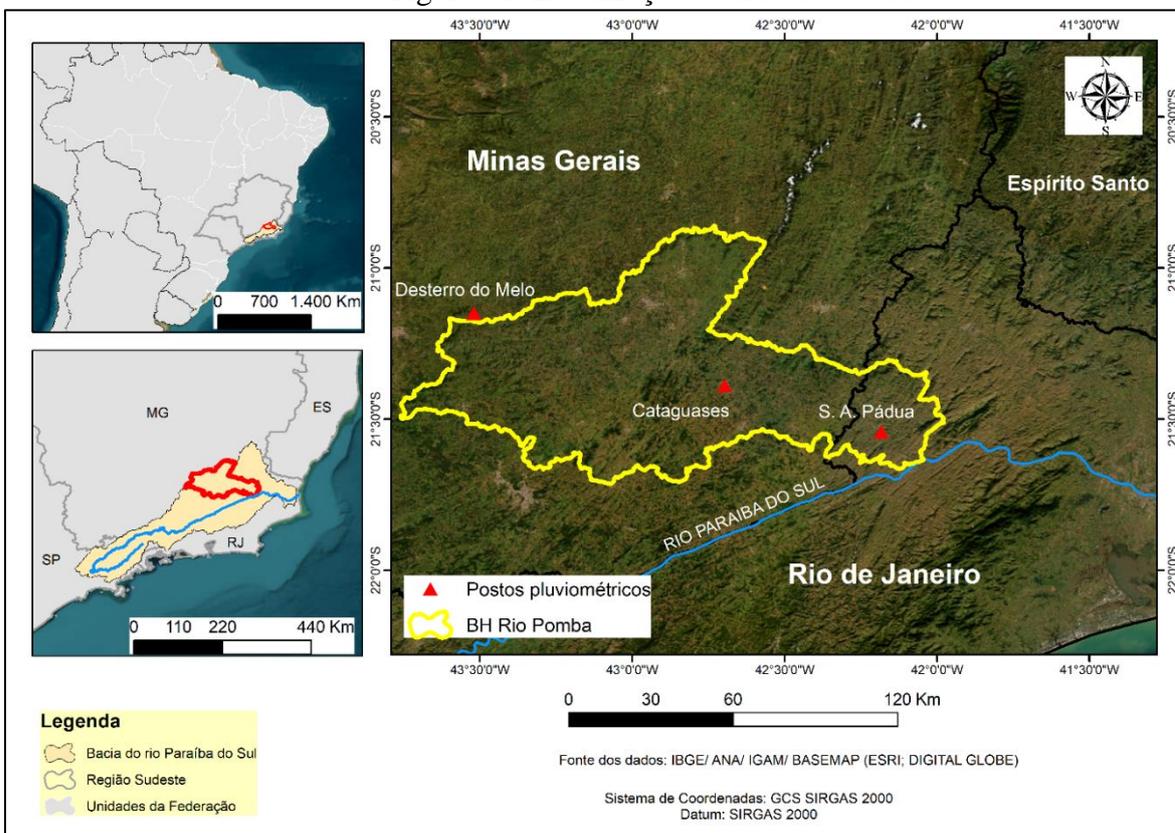
Com isso, faz-se importante ampliar os estudos sobre os impactos do fenômeno ENOS em diferentes contextos do sudeste brasileiro. A bacia hidrográfica do rio Pomba-BHRP, tributária da BH do rio Paraíba do Sul, possui uma população total de aproximadamente de 812 mil habitantes e são recorrentes os episódios de inundação, causando diversos danos à população local. Dessa forma, a presente pesquisa busca discutir se há influência significativa do fenômeno ENOS nas chuvas da região. Com isso, o objetivo da pesquisa é avaliar as relações entre os episódios do ENOS e a variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Pomba (BHRP).

## **A ÁREA DE ESTUDO**

A bacia hidrográfica do rio Pomba localizada nas mesorregiões da Zona da Mata Mineira e na Região Noroeste Fluminense (Figura 01), a bacia hidrográfica do rio Pomba (BHRP) drena 42 municípios mineiros e 4 municípios fluminenses, onde residem aproximadamente 812 mil habitantes.



Figura 01: Localização da área de estudo.



Fonte: Organizado pelos autores.

A área de estudo está situada no domínio tropical (CONTI, 1989), nessa região a climatologia caracteriza-se por uma condição de transição climática (ABREU, 1998; NUNES, *et al.*, 2009). O alto curso, caracterizados por tipologias climáticas, de acordo com Novais (2023), nas classes de tropical ameno ou subtropical (TrM<sup>'</sup>ebr e St<sup>'</sup>ebr), com poucos meses (até 3) ou nenhum com déficit hídrico. Ao ingressar na depressão do rio Paraíba do Sul (BHRP) atinge-se uma condição de clima tropical semisseco (Tr<sup>\*</sup>ebr). No baixo curso, já em terras fluminenses, o número de meses com déficit hídrico é mais elevado, além da temperatura média no mês mais frio ser mais elevada, caracterizando tipos climáticos mais secos, como o Tropical seco oriental do Brasil (Tr<sup>\*\*</sup>ebr).

Atuam na região sistemas atmosféricos oriundos das latitudes médias e altas, como a massa polar atlântica e os sistemas frontais, e os sistemas de latitudes baixas como a Zona de Convergência do Atlântico Sul-ZCAS. Gan *et al.* (2009) defendem a existência de um regime

de monção no Brasil, o que provoca chuvas concentradas em grande medida no período de primavera e verão em contraposição ao período de outono e inverno, mais seco.

Dentre os principais sistemas atmosféricos atuantes, podemos apontar a Massa Tropical Atlântica (mTa), a Massa Polar Atlântica (mPa) e, conseqüentemente, os sistemas frontais, além da participação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e da Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) na dinâmica das chuvas na região de estudo (CAVALCANTI et al, 2009).

No período de inverno, predomina a atuação da massa Tropical atlântica e dos sistemas frontais e a massa polar atlântica, período no qual os totais pluviométricos são reduzidos. No período do verão os maiores volumes de precipitação estão associados à atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (OLIVEIRA, 2020; REBOITA et al, 2015; SANTOS e FIALHO, 2016; OLIVEIRA, 2016).

## METODOLOGIA

A primeira etapa consistiu do levantamento de dados quantitativos, as informações pluviométricas e as informações sobre o fenômeno ENOS (EL Niño-Oscilação Sul). Os dados pluviométricos são oriundos dos postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas (ANA) e os dados sobre o fenômeno ENOS, especificamente o Índice de Oscilação Sul (IOS) utilizado neste trabalho, são oriundos da base de dados do Serviço Meteorológico Australiano.

Para a realização da pesquisa, foram selecionados postos pluviométricos alojados em diferentes setores da BHRP. O posto de Desterro do Melo, localizado no alto curso da bacia, Cataguases no médio curso da bacia e Santo Antônio de Pádua no baixo curso. O período de dados selecionados foi de 1970-2020. As falhas existentes na série de dados foi preenchida a partir da técnica de ponderação regional, de acordo com Oliveira *et al.* (2020).

A metodologia empregada contou com a aplicação do coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) e a avaliação da significância da correlação a partir do teste  $t$  (CORREA, 2015; SILVA, et al, 2022). O coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) mensura o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas, sendo dado pela equação 1. É um índice adimensional com valores situados entre  $-1 \leq r \leq 1$  e que mostra a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados.

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2)(\sum(y_i - \bar{y})^2)}} \quad (\text{Eq.1})$$



Em que:  $x_i$  e  $y_i$  indicam as duas variáveis observadas em cada passo de tempo  $i$ ;  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$ , a média aritmética de cada série temporal;  $\sqrt{(\sum(x_i - \bar{x})^2)(\sum(y_i - \bar{y})^2)}$  corresponde ao desvio padrão de  $x$  e  $y$ .

É importante destacar que a partir do momento que são verificadas as variações que indicam a ocorrência de episódios representativos do ENOS na sua fase quente (El Niño) e fria (La Niña) as suas repercussões na precipitação, por exemplo, não são imediatas. Por isso, é importante considerar a defasagem (lag) entre os fenômenos que ocorrem em escalas distintas.

A correlação linear foi testada com lags de 0 (Ex: Precipitação total mensal de janeiro x IOS de janeiro) a 6 meses (precipitação total mensal de janeiro x IOS de julho do ano anterior). Em função das diferentes magnitudes dos processos avaliados, o Índice de Oscilação Sul (IOS) e a precipitação total mensal (CORREA, 2017). Por este motivo, foi avaliada a significância estatística da correlação entre os elementos. A significância foi testada a partir da equação 2:

$$t_0 = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}};$$

(Eq.2)

Em que:  $n$ = número de elementos da correlação;  $r$ = coeficiente de correlação de Pearson;  $r^2$ = Coeficiente de determinação;

A partir do valor  $t_0$  foi testada duas hipóteses, com base na tabela  $t$ ,  $H_0$  na qual o valor  $t_0$  é inferior ao  $t$ - crítico e portanto as correlações não são estatisticamente significativas e  $H_1$ , quando o  $t_0$  é superior ao valor de  $t$ -crítico a 90% de significância, logo a correlação é significativa. Com base nessa informação, a correlação entre as variáveis de diferentes escalas pode ser testada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados demonstra que, para alguns meses do ano, há correlação significativa entre os totais mensais de precipitação e o fenômeno ENOS na BHRP. O Índice de Oscilação Sul (IOS) demonstra na sua fase positiva (negativa) eventos de La Niña (El Niño), logo em casos de correlação positiva (negativa) indica-se que episódios de El Niño repercutem em redução (aumento) das chuvas na região.

Com relação à defasagem (Tabela 01), há uma prevalência nas correlações com defasagens (lags) de dois e três meses, com frequência de 21,6% e 19,6%, respectivamente.



Isso indica que há um atraso entre as anomalias de pressão e temperatura da superfície do mar e as repercussões nas chuvas da região em pelo menos 2 meses. As defasagens de 0, 5 e 6 meses tiveram 11,8% das ocorrências cada, já as defasagens de 1 e 4 meses tiveram 13,7% e 9,8%, respectivamente, indicando que a partir dos 3 meses de atraso as influências do fenômeno ENOS perdem força na região.

Tabela 01: Frequência de correlações significativas por intervalo de defasagem (Lag.).

Correlação significativa		
Lag.	Quant.	Quant. (%)
0	6	11,8
1	7	13,7
2	10	19,6
3	11	21,6
4	5	9,8
5	6	11,8
6	6	11,8

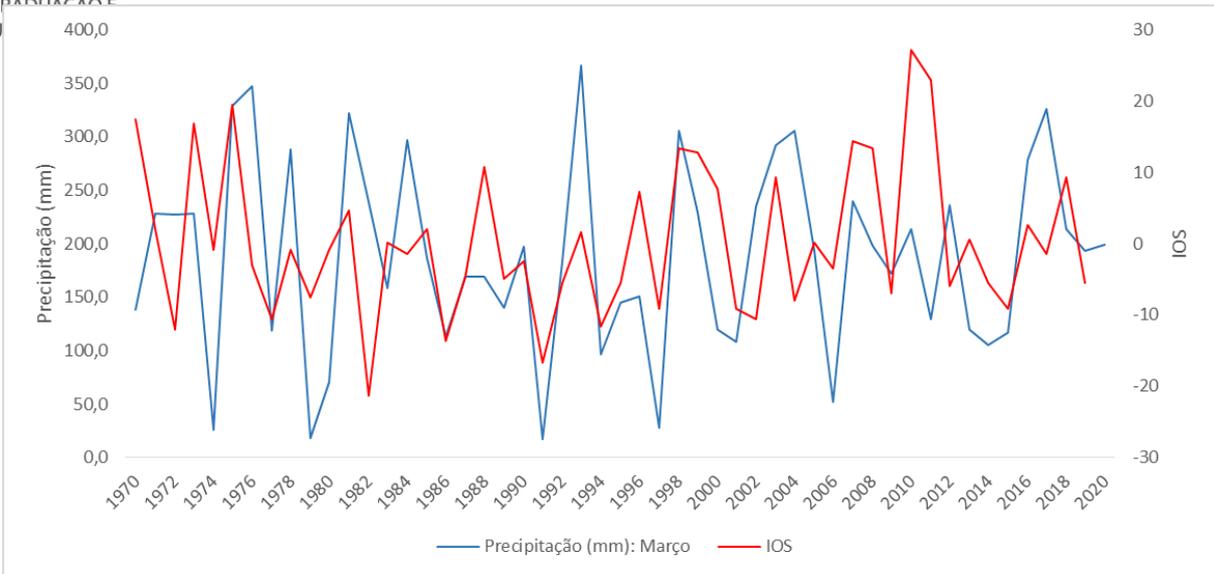
Fonte: Organizado pelos autores.

Galvani et al. (1998) destacaram que no estado do Paraná as maiores repercussões do fenômeno ENOS ocorreram com um atraso de três a quatro meses. Minaki e Montanher (2019) destacam para o município de Maringá-PR as correlações foram mais significativas a partir de 2 meses de lag, e afirmam que entre 1 e 5 meses também foram encontradas correlações significativas.

Em função da sua recorrência, serão discutidas apenas as correlações obtidas com dois e três meses de defasagem (lag). No município de Cataguases (médio curso da BHRP), a ocorrência de correlações significativas esteve associada aos meses de transição entre a estação chuvosa e seca, principalmente nos meses de março e maio. Além da transição para o início da estação chuvosa, nos meses de outubro e novembro (Tabela 02).

No mês de março foi identificada uma correlação positiva, ou seja, episódios de El Niño repercutem em totais pluviométricos menores na região (Figura 02). Por outro lado, no mês de maio ocorre o inverso, há uma correção negativa indicando que a ocorrência de episódios de El Niño durante a estação chuvosa, fevereiro e março, indicam que a ocorrência de chuva foi mais elevada no mês de maio.

Figura 02: Comparativo entre a precipitação total mensal (Cataguases) em março e o índice de oscilação sul- IOS (Lag. 3).



Fonte: Organizado pelos autores.

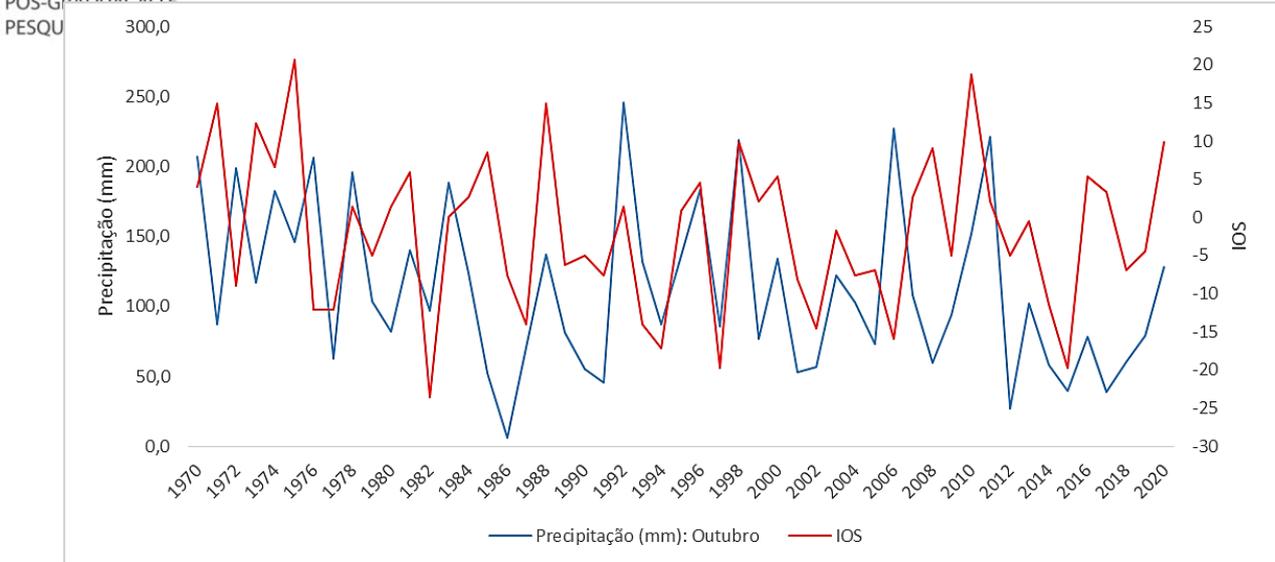
Tabela 02: Correlação entre os totais mensais de precipitação em Cataguases e o IOS.

Cataguases (2142001)						
Mês	Lag 2			Lag 3		
	R <sup>2</sup>	r	Sinal	R <sup>2</sup>	r	Sinal
Jan	0,04	0,19	neg.	0,07	<b>0,27</b>	neg.
Fev	0,00	0,05	neg.	0,03	0,16	neg.
Mar	0,08	<b>0,28</b>	pos.	0,09	<b>0,29</b>	pos.
Abr	0,02	0,13	neg.	0,09	<b>0,30</b>	neg.
Mai	0,07	<b>0,26</b>	neg.	0,06	<b>0,24</b>	neg.
Jun	0,01	0,07	pos.	0,00	0,01	pos.
Jul	0,00	0,001	neg.	0,00	0,06	neg.
Ago	0,03	0,18	pos.	0,01	0,10	pos.
Set	0,03	0,16	neg.	0,00	0,05	neg.
Out	0,07	<b>0,27</b>	pos.	0,02	0,14	pos.
Nov	0,07	<b>0,26</b>	pos.	0,07	<b>0,26</b>	pos.
Dez	0,00	0,04	neg.	0,00	0,02	neg.

Fonte: Organizado pelos autores.

Na transição e no início da estação chuvosa, também foi identificada uma influência do fenômeno ENOS, de forma significativa nos meses de outubro e novembro. No mês de outubro, a correlação foi positiva e significativa com dois meses de defasagem, indicando que a precipitação total mensal é maior sob influência de fases negativas do ENOS (La Niña), ou quando o Índice de Oscilação Sul- IOS é positivo (Figura 03).

Figura 03: Comparativo entre a precipitação total mensal em outubro (Cataguases) e o índice de oscilação sul- IOS (Lag.2).



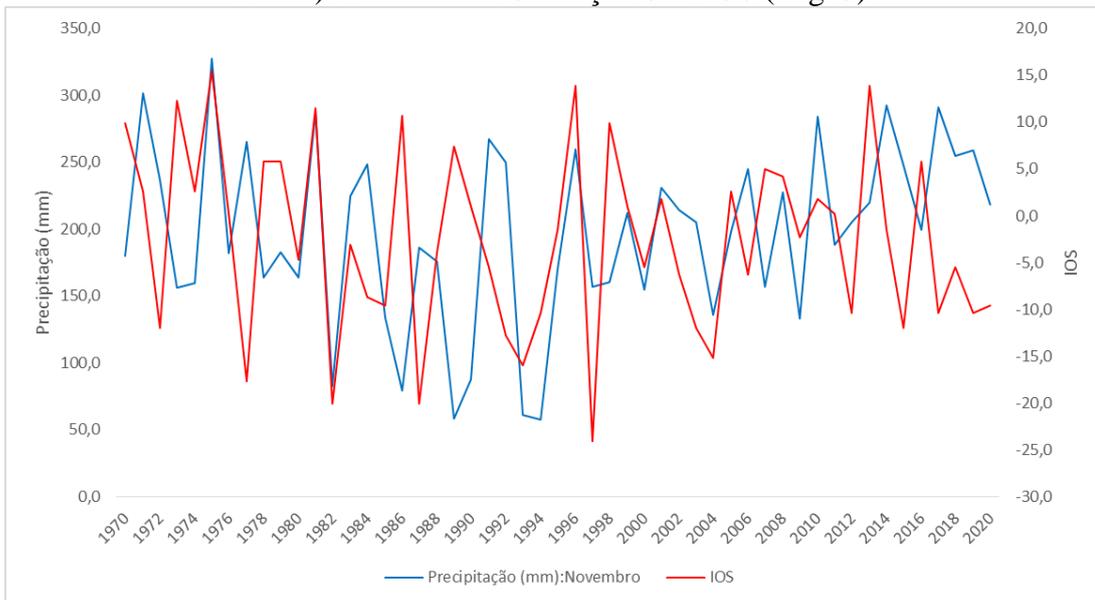
Fonte: Organizado pelos autores.

Da mesma forma, os totais de precipitação no mês de novembro também são mais elevados quando há um resfriamento das águas no pacífico equatorial nos meses de agosto e setembro. Rao e Hada (1990) afirmam que neste período, sob condições de El Niño os sistemas frontais permanecem por mais tempo na região Sul do país, fato que pode justificar a redução das chuvas na região de estudo.

Em Santo Antônio de Pádua, os dados indicam que há correlação significativa nos meses de março, outubro e novembro com defasagem de dois meses, todas com sinal positivo (Tabela 03). E com defasagem de três meses, houve correlação nos meses de fevereiro (negativo), março (positivo), maio (negativo) e novembro (positivo).

As correlações positivas nos meses de transição/início da estação chuvosa, nos meses de outubro e novembro, indicam assim como em Cataguases que os totais elevados de precipitação nos dois postos em questão sugerem uma associação com episódios de La Niña (Figura 04).

Figura 04: Comparativo entre a precipitação total mensal em novembro (Santo Antônio de Pádua) e o Índice de Oscilação Sul- IOS (Lag. 3).



Fonte: Organizado pelos autores.

Tabela 03: Correlação entre os totais mensais de precipitação em Santo Antônio de Pádua e o IOS.

Santo Antônio de Pádua (2142058)						
Mês	Lag 2			Lag 3		
	R <sup>2</sup>	r	Sinal	R <sup>2</sup>	r	corr.
jan	0,00	0,06	neg.	0,01	0,12	neg.
fev	0,04	0,20	neg.	0,10	<b>0,31</b>	neg.
mar	0,06	<b>0,24</b>	pos.	0,07	<b>0,26</b>	pos.
abr	0,01	0,09	neg.	0,05	0,22	neg.
mai	0,03	0,17	neg.	0,11	<b>0,33</b>	neg.
jun	0,02	0,12	neg.	0,00	0,02	neg.
jul	0,01	0,08	neg.	0,00	0,00	
ago	0,00	0,07	pos.	0,00	0,02	neg.
set	0,05	0,21	neg.	0,02	0,13	neg.
out	0,06	<b>0,25</b>	pos.	0,03	0,17	pos.
nov	0,06	<b>0,24</b>	pos.	0,10	<b>0,31</b>	pos.
dez	0,00	0,04	pos.	0,01	0,09	pos.

Fonte: Organizado pelos autores.

Os dados de Desterro do Melo indicam que há correlação significativa nos meses de julho (positiva), agosto (positiva) e setembro (negativa), com defasagem de dois meses. E com o lag de três meses, duas correlações foram consideradas significativas, nos meses de janeiro e maio, ambas com sinal negativo (Tabela 04).



Tabela 04: Correlação entre os totais mensais de precipitação em Desterro do Melo e o IOS.

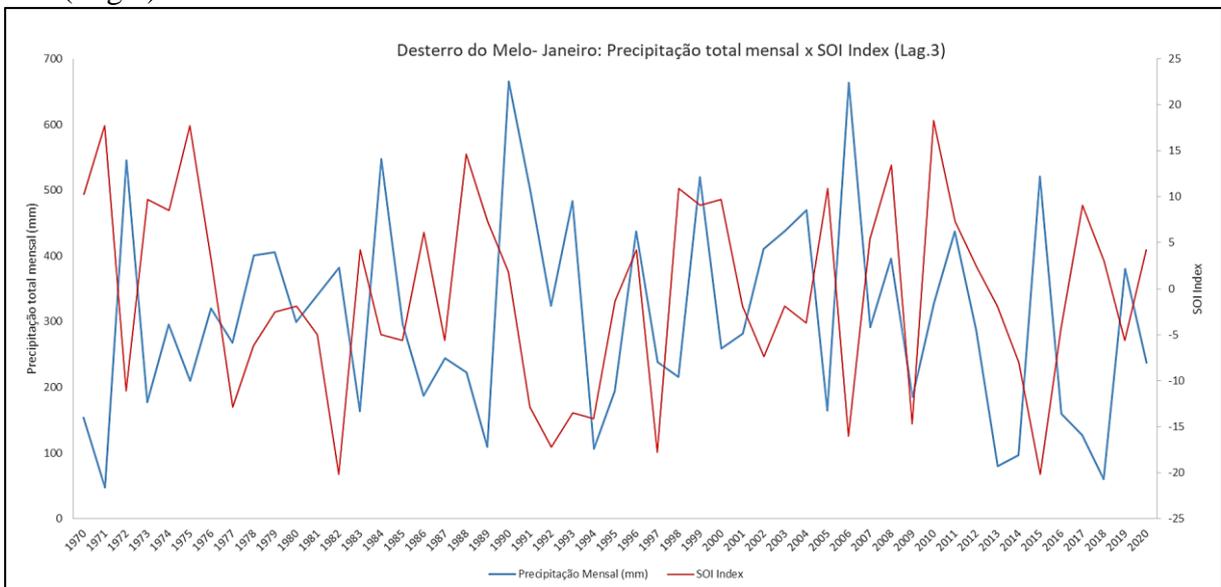
Desterro do Melo (2143003)						
	Lag 2			Lag 3		
	R <sup>2</sup>	r	corr.	R <sup>2</sup>	r	corr.
jan	0,03	0,17	neg.	0,11	<b>0,34</b>	neg.
fev	0,02	0,14	neg.	0,04	0,21	neg.
mar	0,03	0,17	pos.	0,02	0,14	pos.
abr	0,00	0,00	pos.	0,00	0,04	neg.
mai	0,05	0,22	neg.	0,12	<b>0,34</b>	neg.
jun	0,02	0,15	pos.	0,02	0,14	pos.
jul	0,06	<b>0,24</b>	pos.	0,00	0,03	pos.
ago	0,11	<b>0,34</b>	pos.	0,02	0,14	pos.
set	0,11	<b>0,33</b>	neg.	0,01	0,10	neg.
out	0,03	0,16	pos.	0,00	0,05	pos.
nov	0,00	0,06	pos.	0,02	0,14	pos.
dez	0,01	0,08	pos.	0,00	0,05	pos.

Fonte: Organizado pelos autores.

Para este posto pluviométrico (Desterro do Melo), os meses de transição entre as estações seca e chuvosa não obtiveram correlações significativas estatisticamente. É importante destacar que há uma correlação negativa significativa com os totais mensais de janeiro, observando uma defasagem de 3 meses (Figura 05).

Este fato indica uma relação entre o aquecimento das águas no pacífico durante o mês de outubro e totais pluviométricos mais elevados de precipitação no município de Desterro do Melo. Dentre os 10 totais pluviométricos mais elevados registrados em Janeiro, em 8 casos houve anomalia negativa do índice de oscilação sul, fases positivas do ENOS.

Figura 05: Comparativo entre a precipitação total mensal em janeiro e o índice de oscilação sul-IOS (Lag.3).





Fonte: Organizado pelos autores.

### O fenômeno ENOS na BHRP

A relação entre o ENOS e os totais mensais de precipitação foi mais robusta nos meses de março a maio, transição entre a estação chuvosa e a estação seca, e nos meses de outubro e novembro, na transição da estação seca para a chuvosa (Tabela 05). Nos meses de Maio e Outubro há correlação significativa nos três postos, porém com sinais trocados. Em maio Desterro do Melo e S. A. Pádua registram correlações negativas, enquanto Cataguases fica com sinal positivo. Em outubro os sinais se invertem. Segundo Grimm (2009) é na primavera o período mais propício para a ocorrência de teleconexões no centro-leste da América do Sul.

Tabela 05: Sinal da correlação observada entre a precipitação total mensal e o IOS.

Correlação Significativa	Desterro do Melo		Cataguases		Santo Antônio de Pádua	
	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.
Jan	X		X			
Fev						X
Mar			X			X
Abr				X	X	
Mai	X			X	X	
Jun		X			X	
Jul		X				
Ago		X				
Set	X					
Out		X	X			X
Nov			X			X
Dez						

Fonte: Organizado pelos autores.

Nos postos de Desterro do Melo e Cataguases, há uma correlação significativa (negativa) no mês de janeiro, indicando que há totais mais volumosos quando a TSM no pacífico encontra-se com anomalias negativas. Verdan e Silva (2022) destacam que a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul é mais frequente e duradoura em períodos de La Niña, importante mecanismo causador das chuvas na região.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, os resultados permitiram verificar a relação entre as fases do ENOS e a ocorrência de precipitação pluvial em escala mensal para a BHRP. A partir da aplicação do  $r$  mínimo, utilizadas devido à diferença de magnitude entre o indicador IOS e a pluviosidade mensal, identificou uma maior correlação estatisticamente significativa (superior a 90%) entre



estes atributos climáticos ao longo do período de março a maio e, em menor proporção, ao longo dos meses de janeiro, outubro e novembro.

Foram identificadas correlações com 0 a 6 meses de defasagem (lag) porém há um predomínio das correlações significativas com 2 e 3 meses de lag, indicando que normalmente ocorre um atraso nas repercussões das variações de TSM e as chuvas na região.

É importante ressaltar que o entendimento das relações entre as anomalias de TSM e as repercussões nas chuvas implicam e podem influenciar em medidas de prevenção e adaptação aos episódios extremos, tanto positivos como negativos. No caso da BHRP são comuns os episódios de inundação e diversos danos às estruturas urbanas municipais.

Além disso, destaca-se a necessidade de observar a atuação de outros modos de variabilidade na região, como TSM do Atlântico, Oscilação Antártica, dentre outros. Estes podem interagir com o fenômeno ENOS e influenciar as chuvas.

## AGRADECIMENTOS

O primeiro autor agradece à CAPES pela bolsa de doutorado. O segundo autor agradece ao CNPQ pela bolsa de pós-doutorado e o terceiro autor agradece ao CNPQ pela bolsa de produtividade em pesquisa (1D).

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Geonomos**, 6 (2): 17-22, 1998.

ALMEIDA, L. V. C.; NERY, J. T. Influência dos fenômenos ENOS na bacia hidrográfica do Atlântico Sudeste. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 2540-2544, 2017.

CARPENEDO, C. B.; SILVA, C. B. Influência de teleconexões na precipitação pluvial do cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, p. 26-46, 2022.

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; DA SILVA, M.G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CONTI, J. B. O meio ambiente tropical. **Geografia**, p. 69-79, 1989.

CORREA, M. G. G.; GALVANI, E. Correlação entre o Índice de Oscilação Sul (IOS), precipitação pluviométrica e vazão fluvial na bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR durante o fenômeno ENOS (1997-1999). In: XI Encontro Nacional da Anpege, 2015, **anais**, Presidente Prudente. A diversidade da Geografia brasileira: Escalas e dimensões da análise e da ação. : , 2015.



CORREIA, M. G. G. **Dinâmica hidroclimática e o fenômeno ENOS na bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR**. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Universidade de São Paulo, São Paulo. 129f. 2017.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Relação entre El Niño Oscilação Sul (ENOS), precipitação e rendimento de milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 2, n. 1, p. 39-46, 1996.

GAN, M.; RODRIGUES, L. R.; RAO, V. B. Monção na América do Sul. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; DA SILVA, M.G.A.J.; SILVA DIAS, M.A.F. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

GALVANI, E.; PEREIRA, A. R.; KLOSOWSKI, É. S. Relações entre o índice de oscilação sul (IOS) e o total mensal de chuva em Maringá chuva em Maringá-Pr. **Acta Scientiarum**, v. 20, n. 4, p. 531-535, 1998.

GRIMM, A. M. Variabilidade interanual do clima no Brasil. In: CAVALCANTI, I. F.A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M. G. A. J.; DIAS, M. A. F. S. **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de textos, 2016.

MINAKI, C.; MONTANHER, O. C. Influência do El Niño-Oscilação Sul na precipitação em Maringá-PR, no período de 1980 a 2016. **Caminhos de Geografia**, v. 20, n. 69, p. 266-281, 2019.

MIOTO, S.; SILVEIRA, H. Tendências de precipitação anual e a ocorrência de eventos extremos na bacia hidrográfica do rio Pirapó-PR entre 1980 a 2017. **Caminhos de Geografia**, v.23, n.86, p.298-316, 2022.

NOVAIS, G. T. **Climas do Brasil**: Classificação climática e aplicações. Porto Alegre: Totalbooks, 2023.

NUNES, L.H. Clima da região Sudeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N. J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de textos, 2016.

OLIVEIRA, D.E. **Participação dos sistemas atmosféricos na gênese e ritmos das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Preto MG/RJ**. Dissertação de mestrado (em geografia), Instituto de Ciências Humanas- ICH, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2016.

OLIVEIRA, T.A.; TAVARES, C. M. G., SANCHES, F.; FERREIRA, C. C. M. Variabilidade pluviométrica no município de Juiz de Fora- MG no período de 1910-2018: investigação a partir da técnica do box plot. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, 2020.

OLIVEIRA, T. A.; SANCHES, F.; FERREIRA, C. C. M. Aplicação e avaliação de técnicas para o preenchimento de falhas de dados pluviométricos em anos habituais, secos e chuvosos. **ENTRE-LUGAR**, 12(24), 301–320, 2021.

RAO, V.B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: Annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theoretical and applied climatology**, v.42, p.81-91, 1990.



REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; SILVA, L. F.; ALVES, M. A. Aspectos climáticos do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**, V. 17, Ano 11, p. 206-226, 2015.

SANTOS, V. J.; FIALHO, E. S. Zona de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e impactos pluviiais intensos: o caso da cidade de Ubá-MG. **Revista Brasileira de Climatologia**, V. 19, Ano 12, p. 218-238, 2016.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; COSTA, M. C; CARDOSO, K. R. A.; SHAH, M.; SHAHZAD, R.; SILVA, L. F. F. F.; ROMÃO, W. M. O.; SINGH, S. K.; MENDES, D.; SANTOS, I. G. S.; SILVA JÚNIOR, R. S. Effects of extreme phases of El Niño–Southern Oscillation on rainfall extremes in Alagoas, Brazil. **International Journal of Climatology**. 1-22, 2023.

SILVA, W. S.; CABRAL, J. B. P.; NASCIMENTO, D. T. F. A PARTICIPAÇÃO DO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL (ENOS) E DA OSCILAÇÃO DECADAL DO PACÍFICO (ODP) NAS CHUVAS EM GOIÁS E NO DISTRITO FEDERAL. **RAEGA-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 55, p. 176-200, 2022.

TEIXEIRA, N. F.; MARTIN-VIDE, J. Influência do ENOS na distribuição das precipitações no estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 12, n. 1, 2013.

VERDAN, I.; SILVA, M. E. S. Variabilidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul em relação ao fenômeno ENOS de 2000 a 2021. **Revista do Departamento de Geografia**, Volume 42, 2022.