

EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA PELO MÉTODO DE PENMAN-MONTEITH EM ANOS DE ENOS PARA MICRORREGIÃO DE PELOTAS-RS

LUKAS DOS SANTOS BOEIRA¹; MICHAELA BÁRBARA NETO²; LÚCIO DE ARAÚJO NEVES³; VIVIANE SANTOS SILVA TERRA⁴ E GILBERTO LOGUERCIO COLLARES⁴

¹*Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Rua Gomes Carneiro, n° 1, Balsa, 96010-610, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, lukasdossantosboeira@gmail.com*

²*Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Av. Pádua Dias, 11, Caixa Postal 09, 13416-000, Piracicaba, São Paulo, Brasil, michaela.neto@usp.br*

³*Departamento de Solos, Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus Pelotas - Visconde da Graça, Avenida Engenheiro Ildefonso Simões Lopes, Três Vendas, 96060-290, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, lneves51@gmail.com*

⁴*Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Rua Gomes Carneiro, n° 1, Balsa, 96010-610, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil, vssterra10@gmail.com; gilbertocollares@gmail.com*

1 RESUMO

A Microrregião de Pelotas, localizada no Sudeste do Rio Grande do Sul é uma das maiores produtoras de arroz irrigado do Brasil. A produção de arroz na região é realizada através do sistema de irrigação por inundação. Um dos fatores que influencia na altura da lâmina d'água no sistema é a evapotranspiração, a qual está diretamente relacionada aos elementos e fenômenos climáticos. O El Niño Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais fenômenos climáticos na região. O objetivo do estudo foi avaliar se a evapotranspiração de referência (ET_0) é afetada pelos períodos de ENOS na Microrregião de Pelotas-RS. Para isso, foram utilizados quarenta anos de dados climáticos diários na estimativa da ET_0 , pelo método de Penman-Monteith, parametrizado pela FAO, sendo confrontados com a classificação do NOAA, para o fenômeno ENOS. Os resultados mostram que a região possui em média uma ET_0 de 4,82 mm dia⁻¹, sendo para os períodos de El Niño 4,71 mm dia⁻¹, La Niña 4,89 mm dia⁻¹ e Neutros de 4,87 mm dia⁻¹. A partir da análise da variância e do teste de comparação de médias DMS de Fisher, foi verificado que o ENOS exerce influência significativa na ET_0 da região nos meses de novembro e dezembro.

Palavras-chave: variáveis climatológicas, El Niño, La Niña, Neutros, arroz irrigado.

**BOEIRA, L. S.; NETO, M. B.; NEVES, L. A.; TERRA, V. S. S.; COLLARES, G. L.
REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION BY THE PENMAN-MONTEITH'S
METHOD IN YEARS OF ENSO FOR THE MICROREGION OF PELOTAS-RS.**

2 ABSTRACT

The Micro-zone of Pelotas, located in the southeast of 'Rio Grande do Sul' is one of the major producers of irrigated rice in Brazil. Rice production in the region is performed through the flood irrigation system. One of the factors that influence the depth of water into the system is

evapotranspiration, which is directly related to elements and climatic phenomena. The El Niño-Southern Oscillation (ENSO) is one of the main climatic phenomena in the region. The study aimed to assess whether the reference evapotranspiration (ET₀) is affected by the ENSO's periods in the Microregion of Pelotas-RS. For such, forty years of daily climatic data were used to estimate ET₀ by applying Penman-Monteith's method parameterized by FAO, then the results were confronted to NOAA's classification for the ENSO's phenomenon. The results showed that the region has an evapotranspiration average of 4.82 mm day⁻¹ and for El Niño's periods 4.71 mm day⁻¹, La Niña's 4.89 mm day⁻¹ and Neutral of 4.87 mm day⁻¹. From the variance analysis and the test of average comparison LSD by Fisher, it was noted that ENOS has significant influence on the region's ET₀ in November and December.

Keywords: climatological variables, El Niño, La Niña, Neutral, irrigated rice.

3 INTRODUÇÃO

Para um planejamento agrícola eficiente, o estudo da evapotranspiração é de grande importância. É cada vez maior a exigência de informações sobre as necessidades hídricas das culturas para o planejamento regional e preliminar de projetos (MOURA et al., 2013).

O conceito mais difundido foi proposto por Allen et al. (1998), onde a evapotranspiração de referência ocorre em uma superfície de cultura hipotética, com altura de 0,12 m, albedo de 0,23 e resistência do dossel constante e igual a 70 s m⁻¹ (COSTA et al., 2017). Sua estimativa é obtida através de equações utilizando dados meteorológicos, constituindo-se de métodos indiretos que podem ser classificados de acordo com os dados requeridos (BORGES JÚNIOR et al., 2012). O modelo parametrizado da equação de Penman-Monteith é considerado o método padrão para o cálculo da ET₀, a partir do estudo publicado pela FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (ALLEN et al., 1998), por envolver um maior número de variáveis climáticas. Em virtude disso os métodos empíricos passaram a ser avaliados tomando este como referência (PEREIRA; SEDYAMA; VILLA NOVA, 2013).

O fenômeno climático El Niño Oscilação Sul (ENOS) é o principal modo de interação oceano-atmosfera e seus impactos

ocorrem em escala global (GRIMM, 2015). Tal fenômeno é resultante de anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM) no Pacífico Equatorial, sendo que, para TSM negativas, resulta em La Niña, e positivas em El Niño. A determinação do ENOS é realizada a partir do Índice de Oscilação Sul (IOS – obtido através da diferença de pressão entre as regiões Taiti e Darwin) e dos Índices nomeados Niño (Niño 1+2; Niño 3; Niño 3.4 e Niño 4) (BERLATO; FONTANA, 2002). Alguns estudos relacionam o ENOS as variações de precipitação, apresentando períodos de seca e chuvosos (BOEIRA et al., 2017; MATZENAUER; RADIN; MALUF, 2017; MOTA et al., 2019; SANCHES et al., 2015). Poucos trabalhos analisaram os impactos do ENOS na evapotranspiração de referência, como Matzenauer et al. (2008).

Dessa forma, o objetivo do estudo foi avaliar se a evapotranspiração de referência é afetada pelos períodos de ENOS na Microrregião de Pelotas-RS.

4 MATERIAS E MÉTODOS

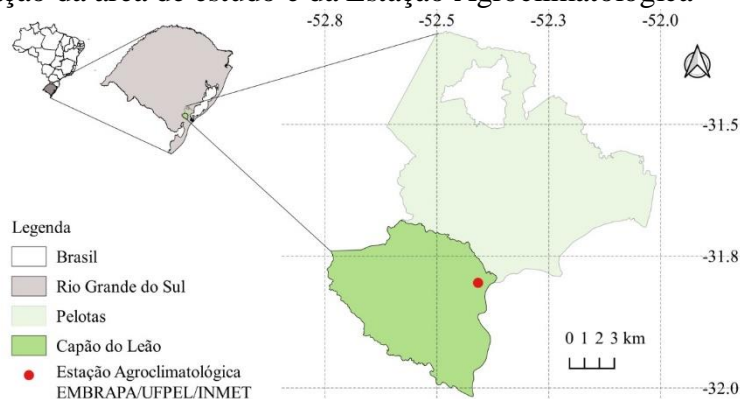
O presente trabalho teve como área de estudo a Microrregião de Pelotas, localizada na região Sul do estado do Rio Grande do Sul. O clima da região, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo "Cfa", temperado úmido com verões

quentes. Possui temperatura e precipitação média anual de 17,8°C e 1.366,9 mm, respectivamente (EMBRAPA, 2020).

Os dados utilizados no estudo foram obtidos na Estação Agroclimatológica de

Pelotas, mantida através do convênio Embrapa/UFPeI/INMET, localizada no município de Capão do Leão-RS, Campus da Universidade Federal de Pelotas-UFPeI (Figura 1).

Figura 1. Localização da área de estudo e da Estação Agroclimatológica



Foram levantados os dados diários necessários para a estimativa da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith-FAO (CONCEIÇÃO, 2006) como temperatura mínima, média e máxima do ar, umidade relativa do ar, velocidade do vento a 2 metros de altura, radiação solar incidente, latitude e altitude local dentro do período que compreende os meses de janeiro de 1977 até dezembro de 2016, totalizando 40 anos de dados. Poucas estações meteorológicas possuem registro do fluxo de calor no solo (G), sendo o caso da estação utilizada no presente estudo, com isso, Allen et al. (1998) sugere considerá-lo como sendo igual a zero, devido os valores serem baixos. Por conta das diversas falhas encontradas nos dados de heliógrafos, foram utilizados dados referentes ao número de horas de brilho solar máximo tabelados, obtidos por Pereira, Villa Nova e Sedyama (1997).

A estimativa da evapotranspiração de referência foi calculada através do Método de Penman-Monteith parametrizada pela FAO, utilizado em diversos estudos (MINUZZI et al., 2014; MORAIS et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2017; SILVA et al., 2016;) tendo como

referência uma superfície gramada, conforme a Equação 1.

$$ET_0 = \frac{0,408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0,34 \cdot u_2)} \quad (1)$$

Em que Δ = declividade da curva de pressão de saturação do vapor d'água ($\text{KPa}^\circ\text{C}^{-1}$); R_n = saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); γ = constante psicrométrica ($\text{KPa}^\circ\text{C}^{-1}$); T = temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$); G = fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); u_2 = velocidade do vento a 2 m da superfície (ms^{-1}); e_s = pressão de saturação do vapor d'água (KPa); e_a = pressão do vapor d'água (KPa).

Para a determinação da declividade da curva de pressão de saturação do vapor d'água foi utilizado a Equação 2:

$$\Delta = \frac{4098 \left[0,6108 \exp\left(\frac{17,27T}{T+237,3}\right) \right]}{(T+237,3)^2} \quad (2)$$

Em que exp refere-se à base do logaritmo natural "e" (2,71828); T = temperatura média do ar ($^\circ\text{C}$).

A determinação do saldo de radiação (R_n) foi obtida através de vários equacionamentos (Equações 3 a 10)

$$R_n = R_{ns} - R_{nl} \quad (3)$$

Em que R_n é o saldo de radiação ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); R_{ns} é o saldo de radiação de ondas curtas ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); R_{nl} é o saldo de radiação de ondas longas ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

$$R_{nl} = \sigma \left[\frac{(T_{max}+273,16)^4 + (T_{min}+273,16)^4}{2} \right] (0,34 - 0,14\sqrt{e_a}) \left(1,35 \frac{R_s}{R_{so}} - 0,35 \right) \quad (5)$$

Em que R_{nl} é o saldo de radiação de ondas longas ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($4,903 \cdot 10^{-9} \text{ MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); T_{max} é a temperatura máxima do ar ($^{\circ}\text{C}$); T_{min} é a temperatura mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$); R_s é a radiação solar incidente ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); R_{so} é a radiação solar incidente na ausência de nuvens ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); e_a é a pressão atual de vapor (kPa).

$$R_a = \frac{118,08}{\pi} dr [\omega \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega s)] \quad (7)$$

Em que R_a é a radiação solar no topo da atmosfera ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); φ é a latitude local em radianos; π é a constante pi (3,14159).

$$dr = 1 + 0,033 \cos\left(\frac{2\pi}{365} J\right) \quad (8)$$

Em que dr é a distância inversa relativa entre a Terra e o Sol (rad); J é o dia do ano (de 1 a 365 ou 366 para anos bissextos).

$$\delta = 0,409 \sin\left(\frac{2\pi}{365} J - 1,39\right) \quad (9)$$

Em que δ é a declinação solar (rad); J é o dia do ano (de 1 a 365 ou 366 para anos bissextos).

$$\omega s = \frac{\pi}{2} - \arctan\left[\frac{-\tan(\varphi)\tan(\delta)}{X^{0,5}}\right] \quad (10)$$

Em que ωs é o ângulo horário ao nascer do sol (rad); X é a relação (1-

$$R_{ns} = (1 - \alpha)R_s \quad (4)$$

Em que R_{ns} é o saldo de radiação de ondas curtas ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); α é o coeficiente de reflexão da vegetação (albedo), sendo considerado igual a 0,23 para a cultura de referência (grama); R_s é a radiação solar incidente ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

$$R_{so} = (0,75 + 2 \times 10^{-5} z) R_a \quad (6)$$

Em que R_{so} é a radiação solar incidente na ausência de nuvens ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$); z é a altitude local (m); R_a é a radiação solar no topo da atmosfera ($\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1}$).

$[\tan(\varphi)]^2[\tan(\delta)]^2$ sendo que, utiliza-se valor igual a 0,00001 quando o resultado da relação for ≤ 0 .

Por sua vez, para a determinação da constante psicométrica é necessária a pressão atmosférica do local e estudo (Equação 11) e com isso, sendo obtida através da Equação 12:

$$P_{atm} = 101,3 \left(\frac{293 - 0,0065 z}{293} \right)^{5,26} \quad (11)$$

Em que z é a altitude do local (m).

$$\gamma = 0,664 \times 10^{-3} P_{atm} \quad (12)$$

Em que P_{atm} é a pressão atmosférica do local (kPa).

Por fim, a determinação da pressão de saturação do vapor d'água (e_s) e da

pressão do vapor d'água (e_a) foram obtidas através das Equações 13 e 14 respectivamente.

$$e_s = 0,6108 \exp \left[\frac{17,27T}{T+237,3} \right] \quad (13)$$

$$e_a = \frac{e_s UR}{100} \quad (14)$$

Em que T é a temperatura média do ar ($^{\circ}\text{C}$); UR é a umidade relativa média do ar (%).

Foram calculados os valores diários de evapotranspiração de referência e a partir desses valores, foi calculado os valores médios mensais em relação aos 40 anos de estudo. As médias mensais foram classificadas segundo os eventos de El Niño, La Niña e Neutros, sendo obtidos através do índice baseado na medição da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região do Niño 3.4 (National Oceanic and Atmospheric Administration - NOAA). As médias dos eventos de cada mês foram comparadas a fim de verificar a ocorrência da influência significativa do fenômeno ENOS da variável estudada.

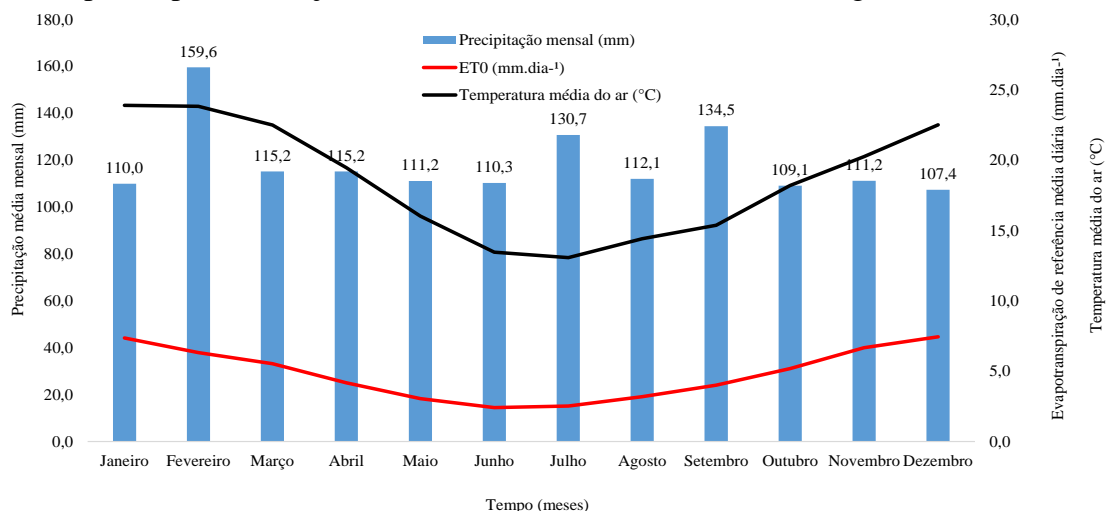
A análise estatística da evapotranspiração de referência diária

registrada na Microrregião de Pelotas, para o período de 1977 a 2016, foi realizada a partir do teste de normalidade de Anderson-Darling via simulação de Monte Carlo (RAZALI; WAH, 2011; YAP; SIM, 2011), com intuito de avaliar se os dados possuíam uma distribuição normal ou não. Posteriormente foi efetuada a análise da variância, para testar a significância do efeito do evento climático sobre a evapotranspiração, e o teste de comparações múltiplas DMS de Fisher, para comparar as médias dos eventos; ambos adotando o nível de significância $\alpha = 0,05$. A análise foi procedida com o auxílio do programa estatístico WinStart (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2005).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi calculada a evapotranspiração de referência diária para a região de Pelotas-RS, durante o período de 01 de janeiro de 1977 até 31 de dezembro de 2016, totalizando 480 meses. Os valores médios diários mensais de evapotranspiração de referência, precipitação e temperatura média mensal para o período de estudo são apresentados pela Figura 2.

Figura 2. Evapotranspiração de referência, precipitação e temperatura média mensal estimada para o período de janeiro de 1977 à dezembro de 2016 na região de Pelotas-RS



Os resultados apresentados na Figura 2 mostram que as maiores médias de evapotranspiração de referência ocorreram nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, com 6,67; 7,45; 7,36 e 6,32 mm dia⁻¹, respectivamente. Já as menores médias, encontram-se nos meses de junho (2,41 mm dia⁻¹) e julho (2,53 mm dia⁻¹). Hallal et al. (2017) verificaram que para a região de Pelotas, os meses de dezembro e janeiro resultaram em uma maior evapotranspiração de referência e os meses de junho e julho os menores, corroborando assim, com os dados obtidos no presente estudo.

Por sua vez, pode-se notar através da Figura 2, que a precipitação apresenta uma boa distribuição durante os meses do ano. De acordo com Caballero et al. (2018), em que foram analisados dados de precipitação para o município de Pelotas, no período de 1982 a 2015, não foi observado nenhuma tendência significativa na variação da precipitação. Gonçalves e Back (2018) analisaram a distribuição da precipitação para diversas regiões do Brasil. Os autores verificaram que o teste de tendência aplicado

ao Índice de Concentração de Precipitação para as estações pluviométricas localizadas no sul do Rio Grande do Sul (onde encontra-se a Microrregião de Pelotas) apresentaram tendência negativa, sendo indicativo de uma melhor distribuição de chuvas durante o ano. Tratando-se da temperatura média mensal, pode-se notar uma variação semelhante ao encontrado para evapotranspiração de referência, sendo os meses de maiores valores médios os que encontram-se no verão e os menores nos meses de inverno.

Através dos dados obtidos pelo NOAA, foi possível quantificar os episódios de El Niño, La Niña e Neutro, e com isso, determinar o número de ocorrências para cada um dos 480 meses do estudo, sendo apresentado na Tabela 1. Os eventos de neutralidade com maior ocorrência durante os 12 meses do ano, destacando os meses de abril, julho e agosto. Em contraste, para La Niña, durante todos os meses dos anos estudados, foi a que apresentou menor quantidade de eventos por mês para a região de Pelotas-RS.

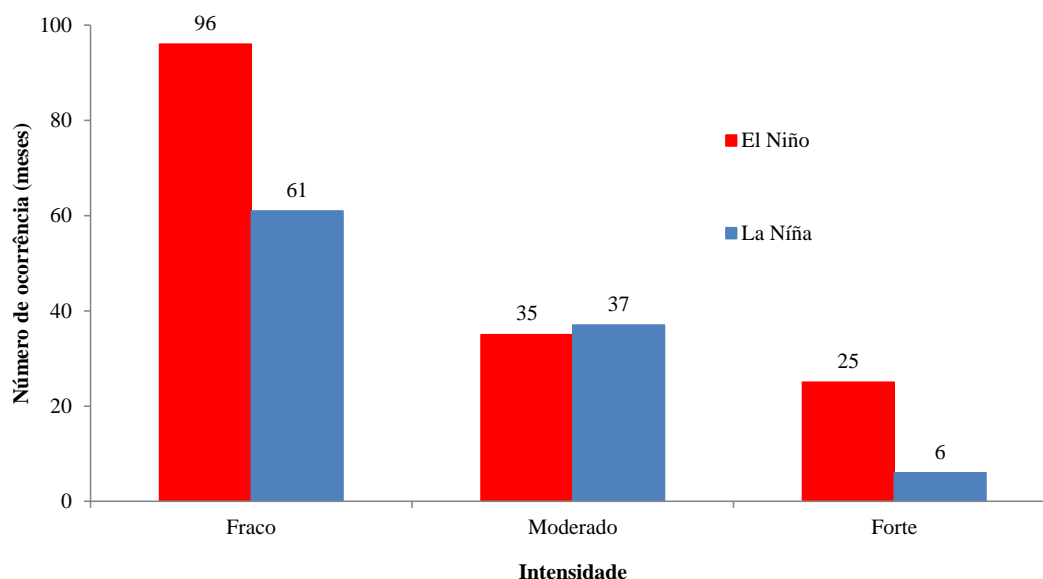
Tabela 1. Número de ocorrências dos fenômenos El Niño, La Niña e Neutro para os meses do ano

Mês	Eventos		
	El Niño	La Niña	Neutro
Janeiro	15	10	15
Fevereiro	15	10	15
Março	13	9	18
Abril	11	6	23
Mai	13	7	20
Junho	13	7	20
Julho	11	8	21
Agosto	11	7	22
Setembro	12	11	17
Outubro	14	11	15
Novembro	14	11	15
Dezembro	14	11	15
Total	156	108	216

Tratando-se da intensidade dos fenômenos El Niño e La Niña, classificados segundo Berlato e Fontana (2001) em fraco, moderado e forte, dos 480 meses analisados, o El Niño apresentou uma intensidade forte com 5,2%, seguido pela La Niña com 1,3%.

A intensidade fraca dos fenômenos, El Niño com 20% e La Niña com 13,5%, foi a que apresentou a maior ocorrência durante os meses de estudo, representando 55% dos meses. O restante dos 45% foi de neutralidade climática (Figura 3).

Figura 3. Classificação da intensidade dos fenômenos El Niño e La Niña para o período de 1977 à 2016



Os resultados de evapotranspiração de referência passaram pelo teste de normalidade de Anderson-Darlin, via simulação de Monte Carlo, sendo que para todos os meses, apresentaram distribuição normal. Na Tabela 2 observa-se que em todos os meses o coeficiente de variação (CV) esteve próximo de 10%, podendo ser considerado baixo, segundo a classificação

de Gomes (1985). Os resultados evidenciam que somente nos meses de novembro e dezembro o evento climático afetou significativamente a evapotranspiração de referência. Tais meses estão entre os períodos com as temperaturas médias mais elevadas na Microrregião de Pelotas-RS, aumentando assim a evapotranspiração local.

Tabela 2. Síntese dos resultados da análise da variância para a variável evapotranspiração de referência mensal, observada no período de 1977 a 2016

Mês	Fonte	GL	QM	F	p	Média	C.V. (%)
Janeiro	Evento	2	0,512	1,114	0,339	7,346	9,228
	Resíduo	36	0,459	-	-		
Fevereiro	Evento	2	0,128	0,254	0,777	6,316	11,253
	Resíduo	37	0,505	-	-		
Março	Evento	2	0,248	1,055	0,358	5,538	8,754
	Resíduo	37	0,235	-	-		
Abril	Evento	2	0,197	0,848	0,437	4,142	11,633
	Resíduo	32	0,232	-	-		
Maio	Evento	2	0,188	2,206	0,124	3,050	9,585
	Resíduo	37	0,085	-	-		
Junho	Evento	2	0,074	1,567	0,222	2,413	9,009
	Resíduo	37	0,047	-	-		
Julho	Evento	2	0,003	0,054	0,947	2,537	9,141
	Resíduo	27	0,054	-	-		
Agosto	Evento	2	0,221	1,848	0,172	3,182	10,860
	Resíduo	37	0,119	-	-		
Setembro	Evento	2	0,053	0,427	0,656	4,006	8,810
	Resíduo	37	0,124	-	-		
Outubro	Evento	2	0,119	0,560	0,576	5,190	8,882
	Resíduo	37	0,212	-	-		
Novembro	Evento	2	2,235	8,090	0,001	6,665	7,885
	Resíduo	37	0,276	-	-		
Dezembro	Evento	2	1,120	3,591	0,037	7,446	7,498
	Resíduo	37	0,312	-	-		

GL= grau de liberdade, QM= quadrado médio, F= valor observado da estatística F, p= probabilidade de ocorrência de ocorrer um valor maior que o F observado, C.V.= coeficiente de variação

Nos meses em que o efeito do evento climático foi significativo procedeu-se o teste de comparações de médias DMS de Fisher, de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3. É possível verificar que as médias diárias de evapotranspiração de referência para a Microrregião de Pelotas, entre os períodos de El Niño, La Niña e Neutro apresentaram valores próximos, quando

observados durante o mesmo mês. Nos meses de novembro observou-se que a evapotranspiração média dos períodos La Niña e Neutro foram superiores significativamente do período El Niño, já em dezembro somente a média do período La Niña superou significativamente a do período de El Niño.

Tabela 3. Evapotranspiração de referência média diária para os períodos de 1977 a 2016

Mês	ET ₀ média diária (mm dia ⁻¹)		
	La Niña	Neutro	El Niño
Janeiro	7,1 a	7,5 a	7,3 a
Fevereiro	6,4 a	6,3 a	6,2 a
Março	5,7 a	5,5 a	5,4 a
Abril	4,2 a	4,2 a	4,0 a
Mai	3,2 a	3,0 a	2,9 a
Junho	2,3 a	2,4 a	2,5 a
Julho	2,5 a	2,5 a	2,5 a
Agosto	3,0 a	3,3 a	3,1 a
Setembro	4,0 a	3,9 a	4,1 a
Outubro	5,3 a	5,2 a	5,1 a
Novembro	7,0 a	6,8 a	6,2 b
Dezembro	7,7 a	7,5 ab	7,1 b

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem pelo teste DMS de Fisher, ao nível $\alpha=0,05$

As médias diárias de evapotranspiração observadas estão dentro do esperado, apresentando-se mais elevadas nos meses de verão e baixas no outono/inverno. Isso se deve aos períodos de maior e menor temperatura média do ar e maior influência da nebulosidade na região para os períodos de inverno, devido ao abastecimento de ar polar nos Anticiclones Migratórios Polares, resultando em frontogêneses intensas, elevando assim os níveis de nebulosidade (WOLLMANN; SARTORI, 2010). Entre os períodos existe uma diferença maior durante os meses do ano, sendo o maior destaque para os meses de outubro, novembro e dezembro, nesses meses há grande diferença entre o La Niña e Neutro, quando comparado ao El Niño. O El Niño apresenta uma evapotranspiração menor que os demais. Tais resultados podem ocorrer devido às características do fenômeno na região, onde o El Niño é predominantemente mais chuvoso (BOEIRA et al., 2017) e com isso, podendo resultar numa menor evapotranspiração. Como uma das principais atividades econômica da região trata-se do cultivo de arroz pelo sistema de irrigação por inundação, uma ferramenta chave para o manejo eficiente

do cultivo é a estimativa da evapotranspiração, sendo fundamental para a gestão de recursos hídricos (SOUZA et al., 2019). Com isso, o presente estudo apresentou para os 480 meses de evapotranspiração estimados, a média diária de evapotranspiração de referência para Microrregião de Pelotas foi de 4,82 mm dia⁻¹. Para os períodos de El Niño, a média diária resultou em 4,71 mm dia⁻¹ e La Niña, 4,89 mm dia⁻¹. Os períodos de Neutralidade Climática obtiveram uma média diária de 4,87 mm dia⁻¹.

6 CONCLUSÕES

1. Durante o período de estudo, foi possível verificar que a maior parte dos meses encontravam-se em neutralidade climática, seguido por El Niño e La Niña.
2. Os períodos de La Niña apresentaram uma evapotranspiração média superior.
3. Apenas os meses de novembro e dezembro sofreram influência significativa do fenômeno ENOS na evapotranspiração de referência para a Microrregião de Pelotas- RS.

7 REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e a Agricultura da Região Sul do Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001.
- BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. **El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul: aplicações de previsões climáticas na agricultura**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2002.
- BOEIRA, L. S.; TERRA, V. S. S.; BARBARA NETO, M.; PIANA, C. F. B.; NEVES, L. A.; DIOTTO, A. V. Comportamento da precipitação no município de Pelotas-RS sobre a interferência do fenômeno ENOS. *In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO*, 26., 2017, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2017. p. 443-443.
- BORGES JÚNIOR, J. C. F.; ANJOS, R. J.; SILVA, T. J. A.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, C. L. T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de Garanhuns, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 4, p. 380-390, 2012.
- CABALLERO, C. B.; OGASSAWARA, J. F. ; DORNELES, V. R. ; NUNES, A. B. . A precipitação pluviométrica em Pelotas/RS: tendência, sistemas sinóticos associados e influência da ODP. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 11, n. 4, p. 1429-1441, 2018.
- COSTA, J. A.; RODRIGUES, G. P.; SILVA, N. D.; LOPES SOBRINHO, O. P.; COSTA, L. D. A. Avaliação de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Alagoas. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 25, n. 1, p. 173-179, 2017.
- EMBRAPA. **Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão)**. Pelotas: Embrapa Clima Tempo, 2020. Disponível em: <http://agromet.cpact.embrapa.br/estacao/mensal.html>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. Roteiro de cálculo da evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Monteith. Bento Gonçalves: FAO, dez. 2006. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/541867/1/cir065.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.
- GOMES, F. P. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985.
- GONÇALVES, F. N.; BACK, Á. J. Análise da variação espacial e sazonal e de tendências na precipitação da região sul do Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 3, p. 592-602, 2018.
- GRIMM, A. M. El Niño, Novamente! **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 351-357, 2015.

HALLAL, M. O. C.; SCHOFFEL, E. R.; BRIXNER, G. F., CUNHA, A. R. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência para Pelotas, Rio Grande do Sul. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, v. 60, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2017.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. **WinStat**: Sistema de Análise Estatística para Windows. Versão Beta. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2005.

MATZENAUER, R.; BERLATO, M. A.; SAMPAIO, M. R.; TRINDADE, J. K. Efeitos do fenômeno Enos sobre a evapotranspiração de referência na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 67-70, 2008.

MATZENAUER, R.; RADIN, B.; MALUF, J. R. T. O fenômeno ENOS e o regime de chuvas no Rio Grande do Sul. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v. 25, n. 2, p. 323-331, 2017.

MINUZZI, R. B.; RIBEIRO, A. J.; SILVA, D. O.; KUNESKI, A. C. Estimativa da evapotranspiração de referência diária por Penman-Monteith FAO com dados de temperatura do ar para Santa Catarina. **Irriga**, Botucatu, v. 19, n. 4, p. 548-558, 2014.

MORAIS, J. E. F.; SILVA, T. G. F.; SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; DINIZ, W. J. S. Evaluation of the method of FAO data 56 Monteith Penman with missing data and of alternative methods in the estimation of reference evapotranspiration in the Submedium Valley of San Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 8, n. 6, p. 1644-1660, 2015.

MOTA, E. P.; CUNHA, D. M.; CRUZ, F. M.; PANQUESTOR, E. K. Precipitações em Governador Valadares - MG e sua relação com o fenômeno ENOS nos períodos chuvosos de 2008 a 2017. **ForScience**, Formiga, v. 7, n. 1, p. e00355, 2019.

MOURA, A. R. C.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; ANTONINO, A. C. D.; AZEVEDO, J. R. G.; SILVA, B. B.; OLIVEIRA, L. M. M. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco - Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 181-191, 2013.

OLIVEIRA, G. M.; SANTIAGO, E. J. P.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; ROCHA, R. C.; GONCALVES, I. S.; SILVA, R. R. Estimativa da evapotranspiração de referência para ambiente protegido. **Irriga - Edição Especial IRRIGA & INOVAGRI**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 21-30, 2017.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: Fealq, 1997.

PEREIRA, A. R.; SEDIYAMA, G. C.; VILLA NOVA, N. A. **Evapotranspiração**. Campinas: FUNDAG, 2013.

RAZALI, N. M.; WAH, Y. B. Power comparisons of Shapiro-Wilk, Kolmogorov-Smirnov, Lilliefors and Anderson-Darling tests. **Journal of Statistical Modeling and Analytics**, Malaysia, v. 2, n. 1, p. 21-33, 2011.

SANCHES, F. O.; BIAVATI, A.; SOUZA, D.; SILVA, R. V.; FERREIRA, R. V. Chuvas em Marcelino Ramos (RS): influência do lago da UHE de Itá ou do ENOS? **Revista de Ciências Humanas**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 338-348, 2015.

SILVA, M. G.; BATISTA, L. S.; GOMES FILHO, R. R.; CARVALHO, C. M. Estimativa da evapotranspiração de referência por Penman - Monteith FAO 56 usando dados meteorológicos limitados em Aracaju, Sergipe. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 10, n. 4, p. 830-840, 2016.

SOUZA, V. A.; ROBERTI, D. R.; RUHOFF, A. L.; ZIMMER, T. A.; ADAMATTI, D. S.; GONÇALVES, L. G.; DIAZ, M. B.; ALVES, R. C. M; MORAES, O. L. L. Evaluation of MOD16 Algorithm over Irrigated Rice Paddy Using Flux Tower Measurements in Southern Brazil. **Water**, Basel, v. 11, n. 9, p. 1911-1933, 2019.

WOLLMANN, C. A.; SARTORI, M. G. B. Variação mensal e sazonal da nebulosidade em Santa Maria, Rio Grande do Sul, no período de 1969 a 2005. **Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFPR**, Curitiba, v. 5, n. 2, p. 32-44, 2010.

YAP, B. W.; SIM, C. H. Comparisons of various types of normality tests. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, London, v. 81, n. 12, p. 2141-2155, 2011.