

## Eventos de frio extremo na cidade de Pelotas e suas relações com o ENOS

YNARA AGUIAR CASTRO<sup>1</sup>;  
DOUGLAS DA SILVA LINDEMANN<sup>2</sup>; ROSE ANE PEREIRA DE FREITAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – Ynarapoe@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – douglas.lindemann@ufpel.edu.br

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – rosefreitas78@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Pelotas é uma cidade litorânea localizada no sul do Estado do Rio Grande do Sul. Possui um clima classificado como subtropical úmido (Cfa), que irá apresentar um verão quente e com chuvas e temperaturas médias de 22,9 °C; o inverno é frio, fresco, com eventos de nevoeiro, geadas fracas e uma temperatura média de 13,2 °C (COLLISCHONN, 2016).

Segundo FIRPO, SANSIGOLO e ASSIS (2012) é comum que durante os meses frios de inverno, a T<sub>mín</sub> fique abaixo da normal climatológica. As massas de ar Polar (mPa) e Tropical Atlântico (mTa) costumam atuar durante todo o ano na cidade. A (mPa) apresenta características de ar frio e úmido, é a principal responsável pela formação de geadas durante a madrugada. E a (mTa) promove boas condições de tempo, com ventos fracos, pouca nebulosidade e uma alta umidade relativa do ar (ALVES, 2016).

Além de fatores geológicos, ambientais e geográficos afetarem diretamente nas temperaturas da cidade, há também padrões climáticos como o El Niño Oscilação Sul (ENOS), que é o evento de oscilação anormal das temperaturas das águas superficiais do Pacífico Equatorial. Esse é um dos principais responsável por causar eventos extremos em climas globais, favorecendo altos índices pluviométricos, causando períodos de secas e frio extremo (INPE, 2021).

O ENOS, é o fenômeno oriundo da interação do oceano com a atmosfera, que representa o aquecimento (El Niño) ou resfriamento (La Niña) das águas daquela região e consequentemente variação da pressão da atmosfera local. Geralmente o El Niño atua em Pelotas favorecendo o aumento de chuvas, conforme DINIZ, SALDANHA e SANSIGOLO (1998). E a La Niña costuma trazer períodos de seca e frio, segundo os estudos de BERLATO, FARENZENA e FONTANA (2005). O comportamento dos ENOS não é padronizado, podendo variar a intensidade e duração dos casos, e os períodos em que o El Niño e a La Niña são considerados fracos são chamados de anos Neutros (INPE, 2021).

Conforme o relatório do “Intergovernmental Panel on Climate Change” (IPCC 2021) com 60% de probabilidade, a temperatura pode ultrapassar 1,5°C em 2030 em relação aos anos de 1890-1900, isso pode resultar em anomalias da temperatura do ar, conforme as observações da DIAS (2014) “o risco de eventos extremos aumenta com o aumento da temperatura média global nos cenários de mudanças climáticas”. Os eventos de T<sub>mín</sub> extremas, assim como alagamentos, secas e temperaturas máximas extremas estão associados a uma progressiva mudança dos padrões climáticos.

O frio extremo costuma causar grandes impactos na vida da sociedade, no meio ambiente e na economia, principalmente em cidades cuja a agricultura é a maior fonte de renda da população, como a cidade de Pelotas. A cidade possui 88,48% do seu território formado por áreas rurais, e cerca de 70% das variedades de alimentos consumido na cidade vem da agricultura familiar, conforme a Prefeitura Municipal de Pelotas. Sendo assim, objetivos do presente trabalho é

identificar eventos de frio extremo que ocorreram em Pelotas/RS, durante o período de inverno austral e suas relações com o fenômeno ENOS.

## 2. METODOLOGIA

Os valores de  $T_{mín}$  diárias dos meses de Junho, Julho e Agosto no período de 1950 a 2010 para a cidade de Pelotas, foram obtidos a partir da reanálise ERA5, pertencente ao ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) (HERSBACH et al. 2020). E os dados trimestrais dos eventos El Niño, La Niña e Neutro foram identificados através do ONI (*Oceanic Niño Index*), obtidos pelo seguinte site: <https://ggweather.com/enso/oni.htm>.

As séries diárias foram ordenadas por anos e por meses que seriam analisados. Identificado os valores de percentil (10%) para cada mês, foi montado uma tabela para cada ano com as seguintes informações: valores de  $T_{máx}$ ,  $T_{mín}$ ,  $T_{méd}$ , desvio padrão e quantidade de dias com eventos de  $T_{mín}$  extremas. Por fim, foi reorganizada em diferentes tabelas: El Niño (EN), La Niña (LN) e Neutro (NE).

Os gráficos foram gerados a partir de uma tabela com a soma de todos os valores da quantidade de dias de  $T_{mín}$  extremas em períodos de EL, LN e NE para os meses de Junho, Julho e Agosto durante o período de 1950 a 2019 que foi organizada por décadas.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de 1950 a 2019 a  $T_{mín}$  média para Pelotas durante o trimestre JJA variaram entre 9,3°C de Julho, passando por 9,8°C em Junho e o maior valor médio sendo verificado em Agosto (10°C), conforme indicado na Tabela 1. Os valores extremos de  $T_{mín}$  oscilam de -1,9°C em Junho, até o valor máximo de 22,7°C em Agosto (Tabela 1).

**Tabela 1:** Cálculos estatísticos da  $T_{mín}$  para Pelotas entre 1950 a 2019.

	Junho	Julho	Agosto
<b>Média</b>	9,8	9,3	10
<b>Mínimo</b>	-1,9	-1,7	-0,8
<b>Máximo</b>	21,1	21,3	22,7
<b>Desvio Padrão</b>	4,1	4,2	3,9
<b>Percentil (10%)</b>	4,4	3,8	4,9

Enquanto os meses de Junho e Julho indicam os valores extremos de  $T_{mín}$ , em Julho é verificado o maior valor de desvio padrão (4,2°C). E em Julho também, foi observado o menor valor (3,8°C) caracterizado como o percentil de 10%.

**Tabela 2:** Valores de  $T_{mín}$  em situações de EL, LN e NE em Pelotas entre 1950 a 2019.

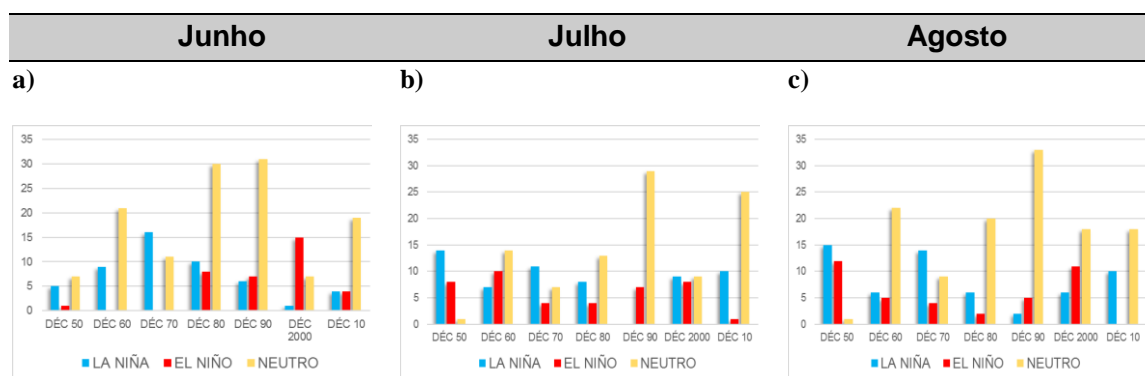
	Junho			Julho			Agosto		
	EN	LN	NE	EN	LN	NE	EN	LN	NE
<b>Média</b>	10,5	9,4	9,8	9,8	8,7	9,5	10,7	9,6	10,0
<b>Mínimo</b>	0,5	-0,1	-1,9	-0,9	-1,7	-1,6	-0,8	0,2	0,3
<b>Máximo</b>	20,9	19,3	21,1	19,2	19,5	21,3	22,7	18,8	21,1
<b>Desvio Padrão</b>	4,1	3,8	4,3	4,2	4,0	4,2	4,1	3,7	3,9

Quando se separa as séries temporais em anos de EN, LN e NE, verifica-se que os menores valores médios para cada mês em análise se concentram em anos de LN (Tabela 2), com o menor valor médio durante Julho (8,7°C). Por outro lado,

o maior valor médio foi identificado durante anos com eventos EN durante Agosto, com valor de 10,7°C.

Já os valores extremos de  $T_{mín}$  durante Junho e Julho apresentam padrões em que os valores mínimos e máximos extremos são identificados principalmente em anos NE (Tabela 2). Por outro lado, o mês de Agosto indica um comportamento que difere dos meses anteriores, com os valores mais extremos ocorrendo em ano de EN. Maiores valores de desvio padrão são identificados principalmente durante anos com ocorrência de EN ou em condições de NE.

Ao avaliar a distribuição dos episódios de frio extremo, verifica-se na Figura 1 que o maior número de casos ocorre em anos NE para o trimestre JJA, principalmente para as décadas de 60, 80 e 90 para os meses de Junho e Agosto, enquanto que em Julho, os eventos ocorreram em maior quantidade nas décadas de 90 e 2010.



**Figura 1:** Número de casos de frio extremo por década, para os meses de: a) Junho, b) Julho e c) Agosto.

Quando avaliados os anos sob influência das condições de EN e LN, é possível verificar que ocorrem um maior número de eventos de frio extremo em anos de LN, com destaque para o mês de Junho entre as décadas de 60 a 80, com o maior número de episódios sendo verificado na década de 70.

O mês de Julho apresenta um padrão quase uniforme de eventos extremos de frio durante episódios de LN, exceto a década de 90. Já em Agosto, os maiores eventos foram observados durante as décadas de 50 e 70. Por outro lado, a década de 90 registrou o menor número de casos.

Para os anos com atuação de EN, observa-se um maior número de casos de eventos extremos de  $T_{mín}$  em décadas recentes durante os meses de Junho e Agosto, principalmente durante a década de 2000. Já a última década não registrou episódios de frio extremo em anos de EN, e apresentou baixos valores durante os meses de Junho e Julho.

#### 4. CONCLUSÕES

Em relação as temperaturas mínimas extremas apresentadas nos gráficos e tabelas, pode-se considerar que a quantidade de dias com  $T_{mín}$  extremas acontecem tanto em anos de La Niña quanto em anos Neutros, sendo que em décadas de La Niña, os eventos tiveram pouca ou média relevância para a ocorrência de  $T_{mín}$  extrema nesse trimestre, justamente por não ser o período que o fenômeno costuma estar mais forte.

No entanto, é possível observar que em anos de La Niña, a  $T_{mín}$  média e seus extremos costumam ficar um pouco abaixo da média climatológica, sugerindo que é possível a ocorrência de invernos mais rigorosos.

Os eventos de frio extremo na cidade de Pelotas não possui relação exclusiva com os fenômenos de ENOS. Vale salientar, que diversos outros fenômenos podem estar atuando em conjunto com os ENOS inibindo ou potencializando seus efeitos.

Tendo em vista esses resultados iniciais, serão averiguados outros dados para uma melhor investigação das ocorrências de frio extremo na cidade.

## **5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALVES, Maikon Passos Amilton. **ONDAS DE FRIO INVERNAIS EM SANTA CATARINA E SUAS RELAÇÕES COM AS VARIABILIDADES CLIMÁTICAS DE BAIXA FREQUÊNCIA**. Orientador: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Magaly Mendonça. 2016. Dissertação (Pós Graduação em Geografia) - Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. f. 49-57.

BECKMANN, Márkilla Zunete; DUARTE, Tatiana da Silva; ASSIS, Francisco Neto de; MENDEZ, Marta Elena Gonzalez. **TEMPERATURA DO AR E RADIAÇÃO SOLAR COMO FATORES LIMITANTES PARA A CULTURA DO TOMATEIRO NA REGIÃO DE PELOTAS, RS**. [S. l.], 2014. Disponível em: <http://www.sbagro.org/files/biblioteca/998.pdf>. Acesso em: 7 ago 2021.

COLLISCHONN, Erika. **ADENTRANDO A CIDADE DE PELOTAS/RS PARA TOMAR-LHE A TEMPERATURA**. Revista do Departamento de Geografia: USP, [s. l.], ano 2016, v. Especial, p. 9-23, 3 out. 2016.

**CONDIÇÕES ATUAIS DO ENOS: NEUTRO**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2021. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 7 ago 2021.

COSTA, Eduino Rodrigues da; SARTORI, Maria da Graça Barros; FANTINI, Vanessa. **ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE EVENTOS EL NIÑO-LA NIÑA E OCORRÊNCIA DE ONDAS DE FRIO NA REGIÃO DE SANTA MARIA-RS**. Boletim Gaúcho de Geografia, Porto Alegre, ano 2007, n. 33, p. 260-282, 1 dez. 2007.

DIAS, Maria Assunção Faus da Silva. **Eventos climáticos extremos**. Revista USP: Dossiê Clima, São Paulo, ano 2014, n. 103, p. 33-40, 2014

FANTE, Karime Pechutti. **EVENTOS EXTREMOS DE TEMPERATURA E SEUS IMPACTOS NO CONFORTO TÉRMICO HUMANO: ESTUDO DE CASO EM PRESIDENTE PRUDENTE, BRASIL, NA PERSPECTIVA DA GEOGRAFIA DO CLIMA**. Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto. 2019. 327 f. Tese (Pós Graduação em Geografia) - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA, Presidente Prudente - SP, 2019.

FELDMAN FIRPO, Mári Ândrea et al. **CLIMATOLOGIA E VARIABILIDADE SAZONAL DO NÚMERO DE ONDAS DE CALOR E DE FRIO NO RIO GRANDE DO SUL ASSOCIADAS AO ENOS**. REVISTA BRASILEIRA DE METEOROLOGIA, ANO 2012, V. 27, ED. 1, P. 96-106, MARÇO 2012.

HERSBACH, et al. The ERA5 global reanalysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 146, n. 730, p. 1999-2049, 2020.

JACÓBSEN, Lizandro Oliveira; FONTANA, Denise Cybis; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. **EFEITOS ASSOCIADOS A EL NIÑO E LA NIÑA NA VEGETAÇÃO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, OBSERVADOS ATRAVÉS DO NDVI/NOAA**. Revista Brasileira de Meteorologia, [S. l.], ano 2004, v. 19, n. 2, 7 jan. 2004. 129-140, p. 130-136.

JORGE, FELIPE VANHONI. **A DINÂMICA PLUVIAL DO CLIMA SUBTROPICAL: VARIABILIDADE E TENDÊNCIA NO SUL DO BRASIL**. Orientador: Prof. Dr. Hugo Romero. 2015. 166 f. Tese (Pós Graduação em Geografia) - UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ, Curitiba, 2015.

MAGALHÃES, Tânia. **Dia do Colono é reconhecido com ações da SDR**. Prefeitura Municipal de Pelotas, 2018. Disponível em: < <https://www.pelotas.rs.gov.br/noticia/dia-do-colono-e-reconhecido-com-acoes-da-sdr>>. Acesso em: 7, ago 2021.