

www.cbagro2023.com.br

03 a 06 de Outubro de 2023 | Natal - RN



CBAGRO 2023

**XXII Congresso Brasileiro
de Agrometeorologia**

VI ECLIM | X RLA

ANAIS 2023

A Agrometeorologia e a Agropecuária: Adaptação às Mudanças Climáticas

Promoção



Realização



Patrocínio



Apoio



OCORRÊNCIA DE GEADAS NO OESTE PAULISTA E SUA RELAÇÃO COM O FENÔMENO ENOS

Alexandrius de Moraes Barbosa¹

¹Docente. Presidente Prudente-SP. Unoeste - Universidade do Oeste Paulista

RESUMO

A caracterização climática regional quanto ao risco de geadas é de grande importância para o planejamento e manejo agropecuário. O objetivo do trabalho foi avaliar a ocorrência de geadas no oeste do estado de São Paulo e sua relação com o fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul). Foram utilizados dados históricos do período de 1961 a 2022 do município de Presidente Prudente. As geadas foram classificadas como: geadas fortes (< 1,0 °C), moderadas (1,1 a 3,0 °C), fracas (3,1 a 4,5 °C) e muito fracas (4,6 a 6,0 °C). Contabilizou-se como geada a menor temperatura registrada no período de atuação da massa de ar frio. As geadas registradas ocorreram 76,9% no período de 01 de junho a 20 de agosto. Das geadas observadas, 7,7% foram geadas fortes, 17,6% geadas moderadas, 25,3% geadas fracas e 49,5% geadas muito fracas. As geadas fortes ocorrem a cada 8,7 anos e as moderadas a cada 3,8 anos. As geadas fracas e muito fracas ocorrem a cada 2,6 e 1,3 anos, respectivamente. A tendência é de redução de 1,5 geadas a cada década. Em relação ao fenômeno ENOS, 47,3% das geadas ocorreram na fase de neutralidade. Ainda, 58,1% das geadas registradas na fase de neutralidade foram em anos com condição de neutralidade antes e após o outono/inverno.

PALAVRAS-CHAVE: El Niño; La Niña; Ondas de Frio; Agrometeorologia;

INTRODUÇÃO

Do ponto de vista agrônomo, a geada é entendida como o fenômeno atmosférico que provoca a morte das plantas ou de suas partes (folhas, frutos, ramos, etc), em razão da baixa temperatura do ar, e que acarreta congelamento dos tecidos vegetais, independente da formação ou não de gelo (SELUCHI, M., 2009).

No Brasil, a geada é um fenômeno frequente nas latitudes acima do paralelo 19°S, englobando os Estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, e Rio Grande do Sul, onde sua ocorrência resulta em graves prejuízos econômicos, principalmente quando ocorrem precocemente no outono, ou tardiamente na primavera (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

Os principais cultivos no período do outono/inverno na região oeste do estado de São Paulo são: pastagens, cana-de-açúcar, milho segunda-safra (grãos e silagem), batata-doce, feijão, mandioca, sorgo silagem, plantas de cobertura (milheto, crotalária, etc) e algumas frutíferas e hortícolas.

Conforme Wrege et al. (2018) o oeste do estado de São Paulo possui risco muito baixo de ocorrência de geadas, com risco abaixo de 10% entre os meses de maio a julho. No entanto, no ano de 2021 ocorreram três geadas na região, em que as mínimas chegaram a 1,2 °C (30 de junho), 1,4 °C (19 de julho) e 1,8 °C (29 de julho) acarretando em sérios prejuízos agropecuários (BARBOSA; TIRITAN, 2021; BARBOSA, 2022).

Além de fatores geográficos que influenciam a ocorrência de geadas, deve-se considerar também o impacto das variações climáticas sobre as temperaturas, como por exemplo, o fenômeno ENOS (El Niño Oscilação Sul). O ENOS é um dos fenômenos mais estudados, por produzirem mudanças na circulação atmosférica que afetam o tempo e o clima a nível global (ALVES. MINUZZI; SILVEIRA, 2017).

O fenômeno está relacionado à redistribuição quase periódica do calor no Pacífico tropical e é caracterizado por uma mudança variável entre uma fase neutra e duas fases extremas: El Niño e La

Niña. A fase El Niño é marcada por uma camada profunda de água oceânica quente ao longo do centro-leste do Pacífico equatorial, com temperaturas da superfície do mar geralmente 1,5°-2,5° acima da média. As condições relacionadas à La Niña são opostas às do El Niño: uma camada profunda de temperaturas oceânicas mais frias do que a média ao longo do centro-leste do Pacífico equatorial, com temperaturas da superfície do mar geralmente 1,0°-2,0° abaixo da média (CIRINO et al., 2015).

Dessa maneira, em um momento de alto custo na produção agropecuária, associado a um cenário de mudanças climáticas, o conhecimento dos riscos climáticos regionais e suas relações e tendências é de grande importância para o planejamento agropecuário, como por exemplo, escolha dos sistemas de produção, seleção de espécies e cultivares, determinação de épocas de semeadura e de colheita e cultivos em ambientes protegidos.

OBJETIVOS

O objetivo do trabalho foi avaliar a ocorrência de geadas na região oeste do estado de São Paulo e sua relação com as fases do fenômeno ENOS.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados históricos do período de 1961 a 2022 do município de Presidente Prudente, localizado na região oeste do estado de São Paulo (22° 7' S; 51° 23' W; 471 m de altitude). O clima da região é classificado como Aw (clima tropical com estação seca de inverno) conforme Köppen e Geiger (1952); Rolim et al. (2007). A região possui precipitação anual de 1.563,8 mm, temperatura média, máxima e mínimas anual de 24,2; 29,6; e 19,0 °C, respectivamente (BARBOSA, 2022).

Utilizou-se dados diários das estações meteorológicas do Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia) e da Unoeste (Universidade do Oeste Paulista). A classificação das geadas foram baseadas no SISDAGRO/INMET (Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária), ficando da seguinte maneira: geada forte (temperatura mínima ≤ 1 °C); geada moderada (temperaturas mínimas entre 1,1 a 3,0 °C); geada fraca (temperatura mínima entre 3,1 a 4,5 °C) e geada muito fraca (4,6 a 6,0 °C).

Para a contabilização das geadas, foi considerada a menor temperatura registrada no período de atuação da massa de ar frio, de modo a não superestimar a ocorrência de geadas na região. De acordo com Lucyrio et al. (2019) as ondas de frio no estado de São Paulo tem duração média de 5 dias.

Para facilitar a compreensão da metodologia, é fornecido um exemplo no Quadro 1. Entre os dias 05 a 08 de julho de 1962 uma onda de frio atingiu a região, ocasionando em quatro dias com potencial de geada, no entanto, para o estudo foi contabilizado apenas como uma única geada, pois os prejuízos causados pela geada do dia 07 de julho (1,0 °C) superam os prejuízos dos demais dias frios.

Quadro 1: Exemplo da metodologia adotada para classificação das geadas.

Data	Temperatura Mínima	Massa de ar polar
05 de julho de 1962	5,0 °C	Foi considerado como uma única ocorrência de geada (geada forte) (mínima ≤ 1 °C)
06 de julho de 1962	3,0 °C	
07 de julho de 1962	1,0 °C	
08 de julho de 1962	4,0 °C	

Avaliou-se a frequência de ocorrência de geadas de duas maneiras: geadas por ano (frequência = nº de geadas registradas / anos de registro) e anos para ocorrência da geada (frequência = anos de registro / geadas registradas); no trabalho, utilizou-se 61 anos de registros climáticos.

A tendência de geadas ao longo das décadas foi obtida através da análise de regressão linear de seis décadas. A tendência de redução do número de geadas por década apresentou a seguinte equação: nº de geadas por década = $-0,1571x + 326,43$ (x é representado pelo ano da década, por exemplo, 1990).

Também foi avaliado o período de ocorrência das geadas, organizado em decêndios. A caracterização das fases (Neutralidade, El Niño e La Niña) do fenômeno ENOS foi realizada considerando o período de outono/inverno conforme dados históricos do CPC/NOAA (Climate Prediction Center/National Oceanic and Atmospheric Administration).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período avaliado (1961 a 2022) foram registradas 91 ocorrências de geadas no oeste do paulista, sendo 7,7% de geadas fortes, 17,6% e geadas moderadas, 25,3% de geadas fracas e 49,5% de geadas muito fracas. As geadas se deram no período de 21 de abril a 10 de setembro, sendo que o mês de julho o de maior ocorrência de geadas (31,9%). No período de 01 de junho a 20 de agosto foram registradas 76,9% das geadas (Figura 1).

A ocorrência de geadas no oeste paulista durante as estações do outono e inverno se dá principalmente pela atuação da massa polar atlântica (mPa), que é um sistema atmosférico do tipo migratório que adentra no país a partir da região Sul. A mPa não atua no oeste paulista durante o verão e possui atuação de 20 a 30% durante a primavera (principalmente no início da primavera). Já no outono e inverno, a atuação da mPa é de 30 a 50% (BORSATO; MASSOQUIM, 2020).

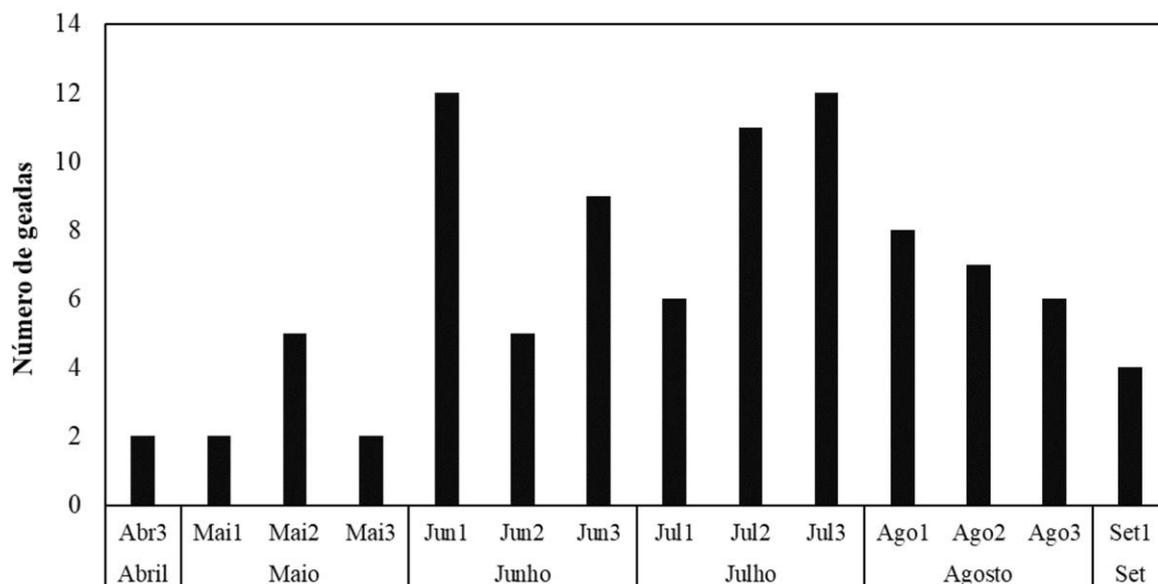


Figura 1: Número de geadas registradas por decêndio em Presidente Prudente, São Paulo no período de 1961 a 2022.

Foram registradas 7 geadas fortes, com temperatura média de $-0,1$ °C (Figura 2). Em julho de 1975 foi registrada a menor temperatura da região ($-1,8$ °C). As geadas fortes ocorreram no período de 01 de julho a 20 de agosto, sendo que 71,4% das geadas fortes ocorreram de 11 de julho a 10 de agosto. Em relação as geadas moderadas, foram 16 ocorrências, com temperatura média de $2,2$ °C. As geadas

moderadas ocorreram principalmente no período de 01 de junho a 30 de julho (81,3%), com destaque ao mês de julho, em que ocorreram 50% das geadas moderadas.

As geadas fracas ocorreram no período de 11 de maio a 31 de agosto com média das temperaturas mínimas de 4,8 °C. No mês de julho foram registradas 43,5% das geadas fracas, e no período de 01 de junho a 31 de agosto, 95,7% das geadas fracas. As geadas muito fracas foram as que tiveram maior número de observação no oeste paulista com 45 observações (49,5%) e com média de temperatura mínima de 5,4 °C, podendo ocorrer no período de 20 de abril a 10 de setembro. No entanto, 73,3% das geadas muito fracas ocorrem entre 01 de junho a 31 de agosto (Figura 2).

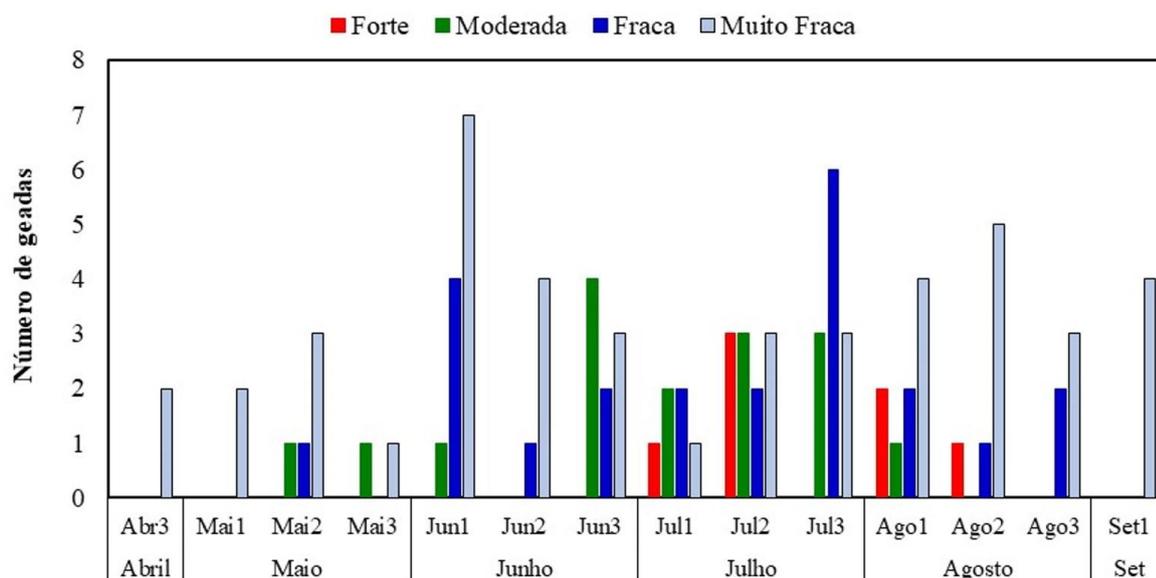


Figura 2: Número de geadas fortes (< 1,0 °C), moderadas (1,1 a 3,0 °C), fracas (3,1 a 4,5 °C) e muito fracas (4,6 a 6,0 °C) em decêndios registradas em Presidente Prudente, São Paulo no período de 1961 a 2022.

Wrege et al. (2018) relataram que a região oeste de São Paulo, possui risco muito baixo de ocorrência de geada, sendo que, no estado de São Paulo a ocorrência de geadas está fortemente relacionada à altitude, ou seja, o risco é maior nas regiões de maior altitude. No entanto, somente no ano de 2021, foram registradas três geadas moderadas (UNOESTE CLIMA, 2022), prejudicando o setor agrícola da região, causando perdas de 80% em lavouras de batata-doce, por exemplo (O IMPARCIAL, 2021).

A ocorrência de geadas vem diminuindo ao longo das últimas décadas. Observou-se uma tendência de redução de 1,5 geadas por década, onde foram registradas o total de 40 geadas entre as décadas de 1960 a 1970, e o total de 25 geadas entre as décadas de 2000 a 2020 (Figura 3). Importante ressaltar que há 30 anos não foram mais registradas geadas fortes na região, sendo que todas geadas fortes foram registradas entre os anos de 1961 a 1992.

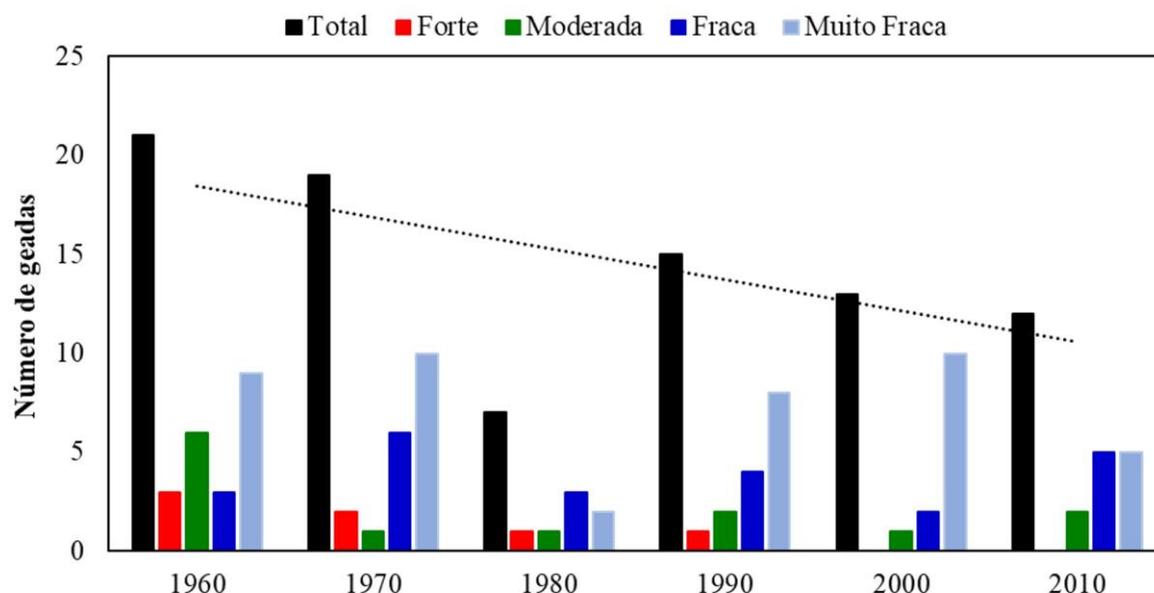


Figura 3: Número de geadas fortes ($< 1,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), moderadas ($1,1$ a $3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$), fracas ($3,1$ a $4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), muito fracas ($4,6$ a $6,0\text{ }^{\circ}\text{C}$) e total por década em Presidente Prudente, São Paulo no período de 1961 a 2019. A linha tracejada representa a tendência de ocorrência de geadas ao longo das décadas.

A frequência média de todas as geadas no oeste paulista foi de 1,49 geadas por ano (Tabela 1). As geadas fortes ocorrem a cada 8,7 anos e as moderadas a cada 3,8 anos. As geadas fracas e muito fracas ocorrem a cada 2,6 e 1,3 anos, respectivamente. A frequência de geadas reduziu ao longo das últimas décadas (Figura 4), apresentando uma redução linear de 0,15 geadas por década.

Tabela 1: Frequência de geadas em Presidente Prudente, São Paulo no período de 1961 a 2022.

Geadas	Geadas por Ano ¹	Anos para Ocorrência da Geada ²
Forte	0,11	8,71
Moderada	0,26	3,81
Fraca	0,38	2,65
Muito Fraca	0,74	1,36
Média Geral	1,49	0,67

(¹Geadas Registradas / Período de Observação); (²Período de Observação / Geadas Registradas)

A redução na ocorrência de geadas no oeste paulista está associada ao aumento das temperaturas mínimas na região, segundo Fante e Neto (2017), no período de 1991 a 2011, a média da temperatura mínima do outono/inverno aumentou em $1,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ em relação a normal climatológica de 1961 a 1990. Avaliando o risco de geadas em cenários futuros no estado do Paraná, Ricce et al. (2016) observaram em simulações a diminuição no risco de ocorrência de geadas, e que tal mudança acarretará em profundas transformações no zoneamento agrícola, nos cultivos e nas práticas agrícolas.

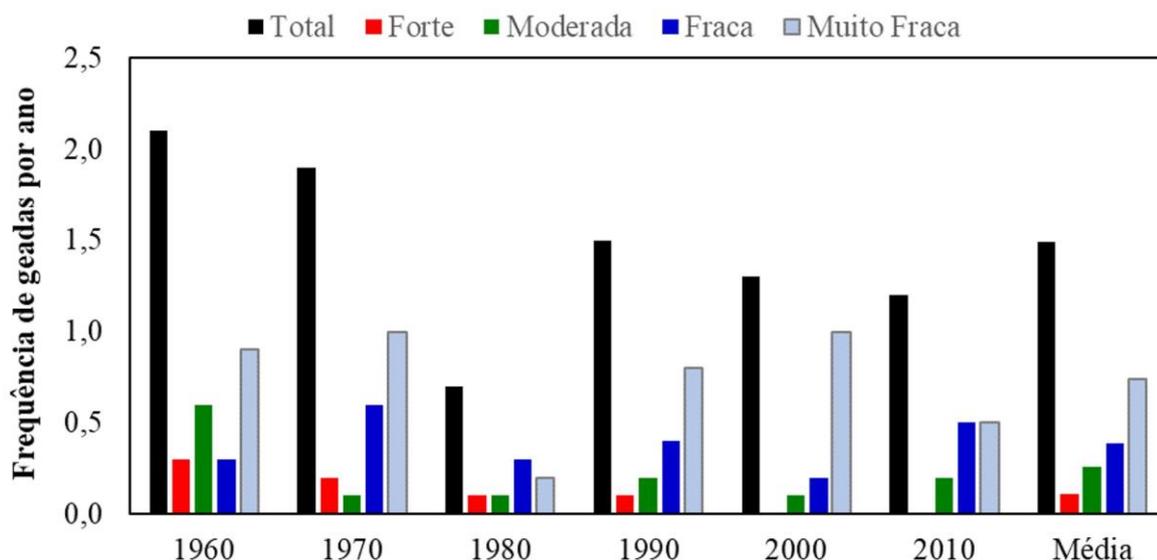


Figura 4: Frequência (geadas por ano) de geadas fortes (< 1,0 °C), moderadas (1,1 a 3,0 °C), fracas (3,1 a 4,5 °C), muito fracas (4,6 a 6,0 °C) e total por década em Presidente Prudente, São Paulo no período de 1961 a 2019. A linha traçada representa a tendência de frequência de geadas ao longo das décadas.

A relação das fases do fenômeno ENOS com a ocorrência de geadas pode ser observada na Figura 5. Quanto ao total de geadas observadas, 47,3% ocorreram na fase de neutralidade, 22,0% na fase de El Niño e 30,8% na fase de La Niña. Geadas fracas e muito fracas seguem o padrão próximo da média geral, com maior ocorrência de geadas nas fases de neutralidade. Em relação as geadas fortes, 57,1% das ocorrências se deram na fase de neutralidade, 28,6% na fase El Niño e 14,3% na fase La Niña. A fase La Niña teve maior impacto na ocorrência de geadas moderadas (43,8), sendo superior a fase de neutralidade (37,5%). A fase El Niño por sua vez, teve menor influência na ocorrência de geadas, sendo maior participação que a fase La Niña somente nas geadas fortes (28,6%).

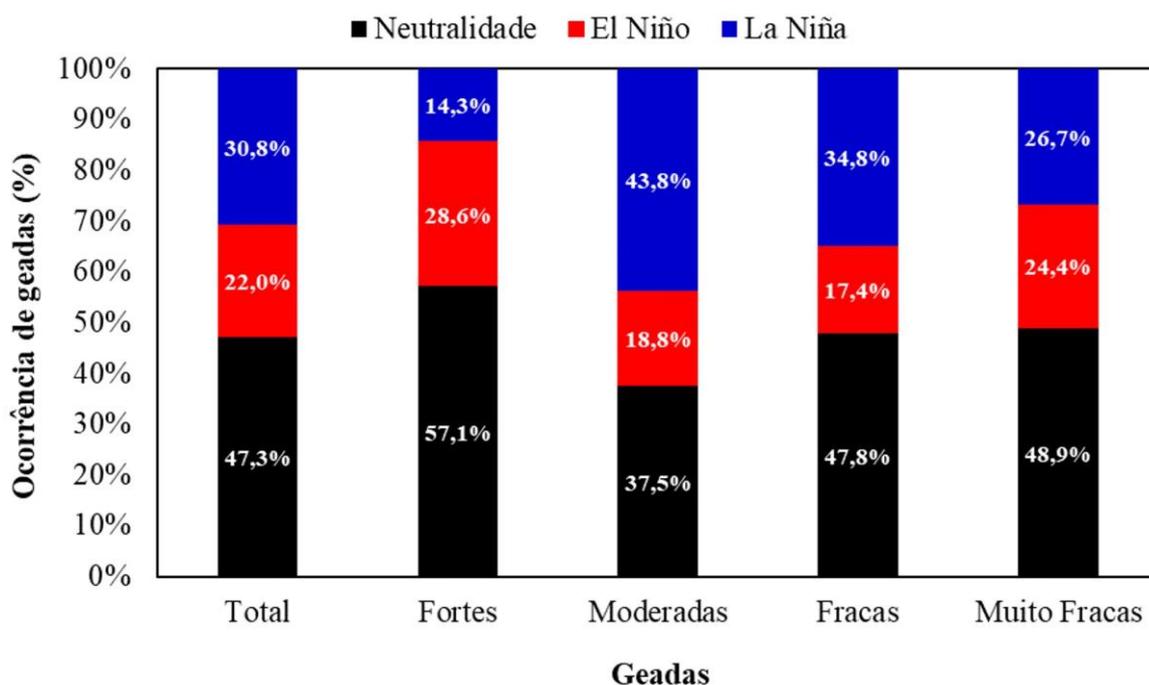


Figura 5: Porcentagem (%) de ocorrência de geadas no oeste paulista em função das fases ENOS entre o período de 1961 a 2022.

Na Figura 6 observa-se a relação da ocorrência de geadas com as fases do fenômeno ENOS que precederam e procederam a condição de neutralidade. Foi observado que em 58,1% das geadas registradas na fase de neutralidade foram em anos que mantiveram a condição de neutralidade antes e após o outono/inverno, ou seja, o verão que precedeu e a primavera que procedeu o outono/inverno mantiveram as condições de neutralidade.

De acordo com Seluchi (2009) o fenômeno ENOS parece ter uma influência significativa para a região Sul do Brasil, onde as geadas mais intensas e generalizadas podem ser mais frequentes durante episódios de La Niña. Já para o estado de São Paulo não existe uma relação clara entre geadas e ENOS. Em um estudo mais recente, Bueno et al. (2020) relataram resultados semelhantes na região Centro-Sul do Paraná (Guarapuava-PR) aos observados neste estudo, onde os autores observaram maior frequência (67%) de geadas em períodos de neutralidade climática do fenômeno ENOS.

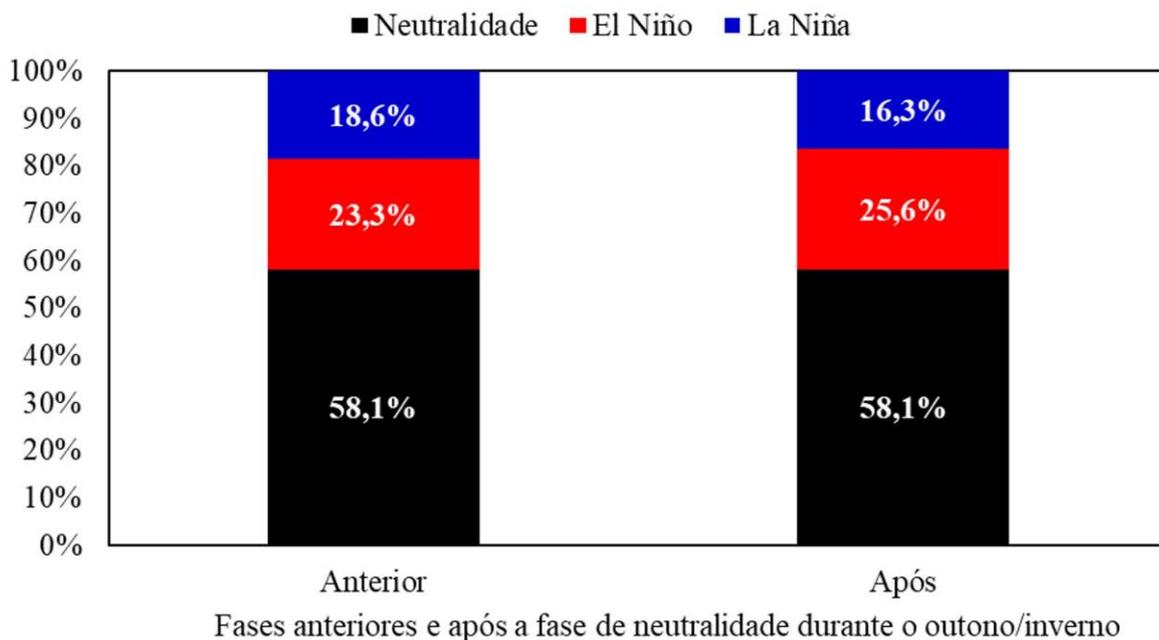


Figura 6: Porcentagem (%) de ocorrência de geadas em condições de neutralidade em função das fases ENOS que precederam (anterior) e procederam (após) o evento.

A maior ocorrência de geadas durante a fase de neutralidade pode estar relacionada a maior instabilidade da fase, que não apresenta um padrão bem estabelecido das variáveis meteorológicas, aumentando a possibilidade de ocorrência de eventos extremos (Pedreira Jr et al., 2020). Portanto, as geadas tendem a ocorrer com maior frequência em períodos longos de neutralidade. Dessa maneira, compreender a ocorrência de geadas em função das diferentes fases do ENOS pode auxiliar os produtores em suas decisões, reduzindo os impactos da variabilidade climática e evitar ou diminuir perdas causadas por geadas (BUENO; JADOSKI; BUENO; 2020).

Em um contexto atual de mudanças climáticas, com o aumento da temperatura do ar, o cenário futuro ainda é cercado com algum grau de incerteza, principalmente quanto à ocorrência de eventos climáticos extremos (Marengo, A; 2007). Dessa maneira, o monitoramento agrometeorológico e a realização de estudos dos impactos das mudanças climáticas regionais é de grande importância para a adoção de sistemas de produção sustentáveis.

CONCLUSÃO

As geadas registradas no oeste paulista de 1961 a 2022 ocorreram 76,9% no período de 01 de junho a 20 de agosto. Das geadas observadas, 7,7% foram geadas fortes, 17,6% geadas moderadas, 25,3% geadas fracas e 49,5 geadas muito fracas.

As geadas fortes ocorrem a cada 8,7 anos e as moderadas a cada 3,8 anos. As geadas fracas e muito fracas ocorrem a cada 2,6 e 1,3 anos, respectivamente. A tendência é de redução de 1,5 geadas a cada década.

Em relação ao fenômeno ENOS, 47,3% das geadas ocorreram na fase de neutralidade. Ainda, 58,1% das geadas registradas na fase de neutralidade foram em anos que mantiveram a condição de neutralidade antes e após o outono/inverno.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao Inmet (Instituto Nacional de Meteorologia) e ao Unoeste Clima (Centro de Monitoramento e Estudos Climáticos e de Previsão do Tempo) pela disponibilizados para a realização do estudo.

REFERÊNCIAS

ALVES, Passos Amilton Alves; MINUZZI, Rosandro Boligon; SILVEIRA, Rafael Brito. Influência do fenômeno ENOS nas ondas de frio e episódios de geadas em Santa Catarina. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Campinas, SP, 2017. <10.20396/sbfga.v1i2017.2419 >. Acesso em: 18 abr. 2023.

BARBOSA, Alexandrius de Moraes. Caracterização agrometeorológica da safra 2021/221 de Presidente Prudente-SP. **Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste**, 2022. v. 2, p. 8-12. <<http://sites.unoeste.br/boletimppga/index.php/2022/08/30/volume-03-2022/>> Acesso em 24 abr. 2023.

BARBOSA, Alexandrius de Moraes; TIRITAN, Carlos Sérgio. Caracterização climática da safra agrícola 2020/21 de Presidente Prudente-SP. **Boletim de Pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Unoeste**, 2021. v. 1, p. 9-12. <<http://sites.unoeste.br/boletimppga/index.php/2021/09/29/vol-022021/>> Acesso em 24 abr. 2023.

BARBOSA, Alexandrius de Moraes. Agrometeorological water balance in the west of São Paulo State. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente,SP. v. 18, 2022, p. 1-11, 2022.

BORSATO, Victor da Assunção; MASSOQUIM, Nair Gloria. **O delineamento das massas de ar no Brasil**. Curitiba: Editora CRV, 2020.

BUENO, Natana Maria Metinoski; JADOSKI, Sidnei Osmar; BUENO, Janaina Cosmedamiana Metinoski. Riscos de geada em cultivos da batata na região de Guarapuava-PR em diferentes fases do ENOS. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, SP, v. 9, n. 11, e3309119925, 2020.

CIRINO, Paulo Henrique; FÉRES, José Gustavo; BRAGA, Marcelo José; REIS, Eustáquio. Assessing the Impacts of ENSO-related weather effects on the Brazilian Agriculture. *Procedia Economics and Finance*, v. 24, p. 146-155, 2015.

CPC/NOAA - Climate Prediction Center/National Oceanic and Atmospheric Administration. El Niño-Southern Oscillation: historical information. Disponível em <https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php> Acesso em 24 abr. 2023.

FANTE, Karime Pechutti; SANT'ANNA NETO, João Lima. Mudanças nos Padrões da Temperatura do Estado de São Paulo/Brasil nos Últimos 50 Anos. **Revista do Departamento de Geografia**, Universidade de São Paulo, v. 33, p. 12-23, 2017.

KÖPPEN, Wladimir; GEIGER, Rudolf. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LUCYRIO, Vinícius; REBOITA, Michelle Simões; ALBIERI, Marcelo de Campos Garcia. Ondas de frio intensas sobre o nordeste do estado de São Paulo entre 1961 a 2017. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 25, p. 571-593.

MARENGO, José. Mudanças Climáticas: Detecção e Cenários Futuros para o Brasil até o Final do Século XXI. In: CAVALCANTI, Iracema [et al.] organizadores. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: oficina de textos, 2009. p. 407-424.

O IMPARCIAL. **Inverno afeta setor agrícola da região**. Presidente Prudente-SP, 28 de julho de 2021. n. 21447. <<https://www.imparcial.com.br/noticias/inverno-afeta-setor-agricola-na-regiao,45255>> Acesso em 25 abr. 2023.

PEDREIRA JUNIOR, Altamar Lopes; QUERINO, Carlos Alexandre Santos; BIUDES, Marcelo Sacardi; MACHADO, Nadja Gomes; SANTOS, Luiz Octávio Fabricio; IVO, Israel Oliveira. Influence of El Niño and La Niña Phenomena on Seasonality of the Relative Frequency of Rainfall in Southern Amazonas Mesoregion. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, RS, v. 25, e. 24 <doi: 10.1590/2318-0331.252020190152>, 2020.

PEREIRA, Antonio Roberto; ANGELOCCI, Luiz Roberto; SENTELHAS, Paulo Cesar. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2007. <http://www.leb.esalq.usp.br/leb/aulas/lce306/MeteorAgricola_Apostila2007.pdf> Acesso em: 24 abr. 2023.

RICCE, William; NITSCHKE, Pablo; VIRGENS FILHO, Jorim; SILVA, Danilo; CARAMORI, Paulo. Riscos de Geadas em Cenários Futuros no Estado Do Paraná. **XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, Belém-PA, 2016 <<http://www.sbagro.org/files/biblioteca/3327.pdf>> Acesso em 25 abr. 2023.

ROLIM, Glauco de Souza; CAMARGO, Marcelo Bento Paes; LANIA, Daniel Grosseli; MORAES, Jener Fernando Leite. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, v.66, p.711-720, 2007.

SELUCHI, Marcelo. Geadas e Friagens. In: CAVALCANTI, Iracema [et al.] organizadores. **Tempo e Clima no Brasil**. São Paulo: oficina de textos, 2009. p. 149-168.

SISDAGRO/INMET - **Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária/Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em <<https://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/>> Acesso em 24 abr. 2023.

UNOESTE CLIMA, Centro de Monitoramento e Estudos Climáticos e de Previsão do Tempo. **Dados Históricos**, Presidente Prudente-SP, 2023. <<http://sites.unoeste.br/clima/index.php/dados-historicos/>> Acesso em 25 abr. 2023.

WREGGE, Marcos Silveira; FRITZSONS, Elenice; SOARES, Márcia Toffani Simão; PRELA-PÂNTANO, Angélica; STEINMETZ, Silvio; CARAMORI, Paulo Henrique; RADIN, Bernardete; PANDOLFO, Cristina. Risco de ocorrência de geada na região Centro-Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Dourados, MS, v. 22, p. 524-553, 2018.