

## CARACTERIZAÇÃO DE ONDAS DE CALOR EM PROPRIEDADES LEITEIRAS DO OESTE DE SANTA CATARINA E A RELAÇÃO COM A QUALIDADE DO LEITE

Yasmin Rocha Moralles Gonzalez, Moisés Muchinski, Aline Zampar, Alan Miranda Prestes, Maria Luísa Appendino Nunes Zotti

### INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas impactam diretamente a disponibilidade e a qualidade dos alimentos, afetando principalmente o desempenho animal. No que tange à atividade leiteira no Brasil, em sistemas à pasto os animais ficam mais expostos às ondas de calor, um fenômeno cada vez mais frequente e intenso devido ao aquecimento global. Ondas de calor podem ter várias definições, mas, em geral, correspondem a períodos de calor intenso e duradouro (Bitencourt et al., 2020). O ambiente térmico típico das ondas de calor afeta negativamente parâmetros de qualidade do leite, com impactos na diminuição dos sólidos totais, gordura e proteína (Bernabucci et al., 2015). Diante desse cenário, nosso objetivo foi identificar a ocorrência de ondas de calor na região Oeste de Santa Catarina e avaliar sua influência sobre a composição e qualidade do leite produzido em propriedades leiteiras semiconfinadas.

### DESENVOLVIMENTO

Esta pesquisa utilizou dados retrospectivos da composição e qualidade do leite (gordura, proteína, lactose, sólidos Totais e contagem de células somáticas - CCS) fornecidos por um laticínio localizado em Vargeão (SC). Os dados eram oriundos de 40 propriedades leiteiras da Região Oeste de Santa Catarina, no período de abril de 2019 a agosto de 2025, todas elas caracterizadas como semiconfinamentos, em que os animais permaneciam em pastoreio rotacional de pastagens durante a maior parte do dia e recebiam suplementação na ordenha. Foram analisadas amostras de leite coletadas mensalmente em tanques de resfriamento a granel. As variáveis meteorológicas foram obtidas a partir do sistema NASA POWER, o que permitiu a identificação de ondas de calor, considerando-se as temperaturas médias (°C) do dia das coletas, em cada uma das coordenadas geográficas das propriedades. Neste trabalho, definimos onda de calor como períodos iguais ou superiores a 3 dias consecutivos em que a temperatura média diária excedeu em 5 °C o valor climatológico diário, de um período de 10 anos (adaptado de WMO). Foi realizada análise de variância, considerando como efeito fixo o grupo de propriedades, conforme o número de ondas de calor no período, sendo Grupo 1, aquelas que registraram um número maior que 14 ondas de calor; Grupo 2 as que registraram 14 ondas de calor e Grupo 3, as que registraram menos que 14 ondas de calor no período considerado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância, utilizando-se o pacote agricolae (de Mendiburu, 2024) do *software* R (R Core Team, 2025).

## RESULTADOS

O número de ondas de calor registradas no período estudado variou de 4 a 22 entre as 40 propriedades avaliadas. O total de dias em que essas propriedades permaneceram sob essa condição oscilou entre 15 e 99 dias, considerando os 77 meses de estudo (Figura 1). Foram identificadas ondas de calor de longa duração, o que se assemelha ao descrito por Geirinhas et al. (2021), que mostraram um aumento na frequência e intensidade de ondas de calor em outras regiões do Brasil. Assim, nosso estudo reforça que medidas de mitigação do calor devem ser priorizadas nas propriedades leiteiras como forma de enfrentar o cenário de intensificação dos eventos extremos, com foco na sustentabilidade da atividade leiteira. Quando as propriedades foram agrupadas em relação ao número de ondas de calor a que foram submetidas no período (Tabela 1), os resultados de qualidade do leite mostraram que o Grupo 1 ( $> 14$  ondas) apresentou menores teores de gordura no leite em relação aos grupos 2 e 3 ( $P < 0,05$ ). Já o Grupo 3, que foi submetido ao menor número de ondas de calor no período, apresentou maiores teores de proteína no leite quando comparado com os dois outros grupos. Para a contagem de células somáticas, também houve efeito do número de ondas ( $P < 0,05$ ), com maiores valores registrados no Grupo 1, ou seja, nas propriedades em que houve maior número de ondas de calor no período. Aumentos na CCS em períodos quentes estão associados à imunossupressão ocasionada pelo estresse térmico, o que pode aumentar a suscetibilidade das vacas a infecções (Lambertz et al., 2014). Nossos resultados indicam que propriedades situadas em microclimas desfavoráveis, e consequentemente sujeitas a um maior número de ondas de calor, apresentaram pior qualidade do leite, mesmo que relativamente próximas de propriedades com menor ocorrência desses eventos. As 40 propriedades situavam-se em uma extensão territorial que variou entre 0,3 e 70 km (distância mínima e máxima, respectivamente) e, mesmo que relativamente próximas entre si, houve diferenças marcantes quanto ao microclima das propriedades (Figura 1) e alterações na composição do leite (Tabela 1).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram identificadas ondas de calor frequentes e de longa duração na Região Oeste de Santa Catarina, afetando a qualidade do leite, com redução de gordura e proteína e aumento da contagem de células somáticas. Mesmo propriedades próximas apresentaram respostas distintas, evidenciando a importância do microclima local. Os resultados reforçam a necessidade de estratégias de manejo que minimizem os impactos do calor visando sustentabilidade da produção leiteira em sistemas semiconfinados.

### Palavras-chave

bovinocultura de leite; estresse por calor; NASA POWER; ondas de calor; qualidade do leite.

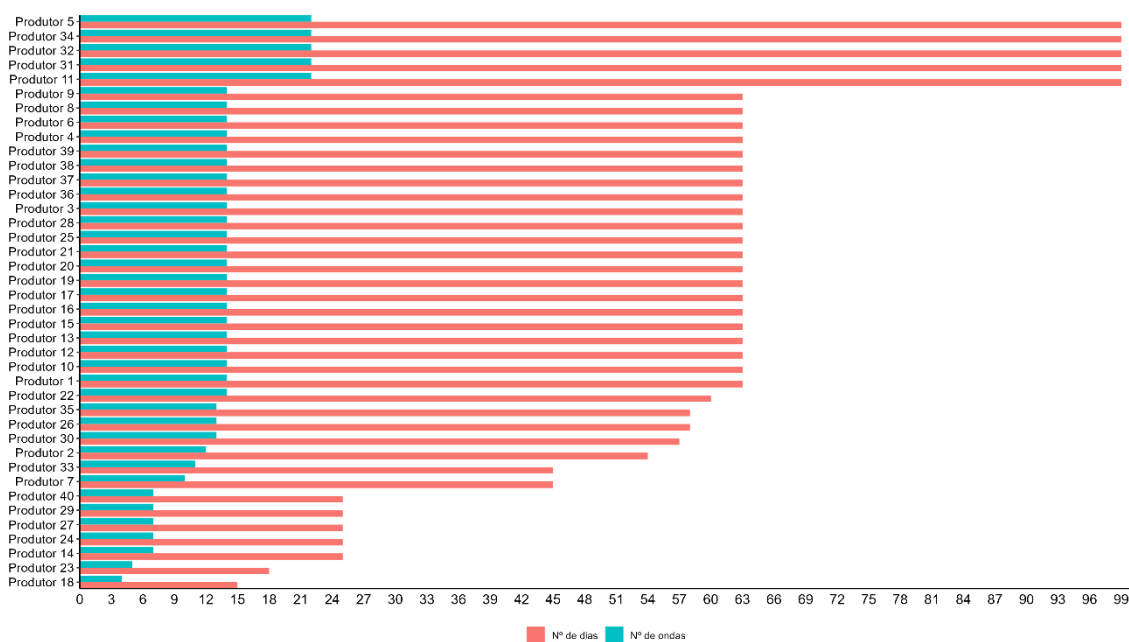
## ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 – Parâmetros de composição e qualidade do leite nos três grupos de propriedades, conforme número de ondas de calor no período.

Variável	Grupo 1 > 14 ondas	Grupo 2 14 ondas	Grupo 3 < 14 ondas	p-valor
Gordura (%)	3,82±0,41 <sup>c</sup>	3,96±0,47 <sup>a</sup>	3,88±0,45 <sup>b</sup>	< 0,001
Proteína (%)	3,25±0,20 <sup>b</sup>	3,24±0,23 <sup>b</sup>	3,28±0,23 <sup>a</sup>	< 0,001
Lactose (%)	4,38±0,18 <sup>a</sup>	4,31±0,22 <sup>b</sup>	4,35±0,20 <sup>a</sup>	< 0,001
Sólidos Totais (%)	12,40±0,52	12,46±0,66	12,47±0,59	0,0893
CCS (10 <sup>3</sup> cel/mL)	792,53±450,88 <sup>a</sup>	652,44±461,70 <sup>c</sup>	705,55±566,75 <sup>b</sup>	< 0,001

Médias seguidas de letras distintas na linha se diferenciam pelo Teste de Tukey (5%).

Figura 1 – Número de ondas de calor e total de dias em condição de onda de calor nas 40 propriedades avaliadas, no período de abril de 2019 a agosto de 2025.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bertocchi, L., Vitali, A., Lacetera, N., Nardone, A., Varisco, G., & Bernabucci, U. (2014). Seasonal variations in the composition of Holstein cow's milk and temperature-humidity index relationship. *Animal*, 8(4), 667–674. <https://doi.org/10.1017/S1751731114000032>

Bernabucci, U., Basiricò, L., Morera, P., Dipasquale, D., Vitali, A., Piccioli Cappelli, F., & Calamari, L. (2015). Effect of summer season on milk protein fractions in Holstein cows. *Journal of Dairy Science*, 98(3), 1815–1827. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8788>

Bitencourt, D. P., Fuentes, M. V., Franke, A. E., Silveira, R. B., & Alves, M. P. A. (2020). The climatology of cold and heat waves in Brazil from 1961 to 2016. *International Journal of Climatology*, 40(4), 2464–2478. <https://doi.org/10.1002/joc.6345>

de Mendiburu, F. (2024). *agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research*. R package version 1.4

Geirinhas, J. L., Russo, A., Libonati, R., Sousa, P. M., Miralles, D. G., & Trigo, R. M. (2021). Recent increasing frequency of compound summer drought and heatwaves in Southeast Brazil. *Environmental Research Letters*, 16(3). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abe0eb>.

Lambertz, C., Sanker, C., & Gauly, M. (2014). Climatic effects on milk production traits and somatic cell score in lactating Holstein-Friesian cows in different housing systems. *Journal of Dairy Science*, 97(1), 319–329. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7217>

R Core Team. (2025). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. Heatwave. 2022. Disponível em: <https://wmo.int/topics/heatwave>. Acesso em: 29 ago. 2025.

---

#### DADOS CADASTRAIS

---

**BOLSISTA:** Yasmin Rocha Moralles Gonzalez

**MODALIDADE DE BOLSA:** PROBIC

**VIGÊNCIA:** 03/2025 – 08/2025. Total: 06 meses

**ORIENTADOR(A):** Maria Luísa Appendino Nunes Zotti

**CENTRO DE ENSINO:** CEO

**DEPARTAMENTO:** Departamento de Zootecnia

**ÁREAS DE CONHECIMENTO:** Ciências Agrárias / Zootecnia

**TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:** Sistema meteorológico NASA POWER como ferramenta de análise da relação tempo, clima, produção e qualidade do leite.

**Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA:** PVEO53-2024