

CAPÍTULO 5

Comportamento de vacas leiteiras durante o período de emergência climática no Rio Grande do Sul em 2024

Francine B. Facco, Letícia M. Winck, Eduarda R. de Oliveira, Nathália M. Veronezi, Paola O. Selau, Duvan S. Bautista, Pamela I. Otto, Julio Viégas, Tiago A. Del Valle

<https://doi.org/10.69570/mp.978-65-84548-29-9.c5>

Resumo

As alterações climáticas afetam diretamente a produção animal. Chuvas prolongadas dificultam o acesso à forragem, reduzindo o seu valor nutricional, além de aumentar o risco de problemas locomotores e doenças, como laminites e mastite, comprometendo a saúde e a produtividade dos animais. Este estudo avaliou o impacto das chuvas intensas, que atingiram o Rio Grande do Sul, em maio de 2024 no comportamento de vacas em diferentes sistemas produtivos, utilizando dados de fazendas monitoradas pela Chip Inside S.A. A análise abrangeu registros de 219 lotes de vacas em lactação de 154 fazendas que adotavam quatro diferentes sistemas de produção (*compost barn*, *free stall*, semi-intensivo e pastagens), com dados de 4473 vacas em 2023 e 6769 vacas em 2024, entre 03 de abril e 28 de maio. Os comportamentos foram organizados por semanas relativas ao dia 01 de maio, e os dados foram analisados utilizando o SAS. Comparando-se os sistemas produtivos, vacas a pasto ruminaram menos e apresentaram maior nível de atividade. Dentre os sistemas de confinamento, as vacas em *free stall* apresentam menor nível de atividade e maior tempo de ócio do que as vacas mantidas em *compost barn*. A taxa de ruminação caiu após os eventos climáticos. De maneira geral, o tempo de ofegação aumentou em 15,5% em 2024, quando comparado com 2023. No ano de 2023, com o passar das semanas, a diferença entre os sistemas no que se refere aos tempos de atividade e foi se reduzindo, o que não se repetiu no ano de 2024.

1. Introdução e justificativa

1.1. *Impacto das mudanças climáticas na produção animal*

As flutuações climáticas estão impactando cada vez mais a produção animal em nível global. Os sistemas de produção são suscetíveis a ondas de calor, secas, precipitações intensas e outros eventos extremos, os quais afetam de maneira particular a fisiologia, comportamento, reprodução e bem-estar dos animais de produção. Essas repercussões comprometem a eficiência produtiva e, em algumas ocasiões, desencadeiam perdas econômicas substanciais para as propriedades.

Temperaturas acima de 25°C provocam estresse térmico por calor em vacas leiteiras e alterações na homeostase (KAUFMAN et al., 2018), especialmente em animais que não estão adaptados a climas quentes. Esse estresse leva à redução no consumo de alimentos (YADAV, 2013), queda na produção de leite (RHOADS et al., 2009), diminuição do ganho de peso (DAS et al., 2016) e problemas reprodutivos (LIU et al., 2019). Em bovinos leiteiros o efeito é ainda mais acentuado, já que possuem menor capacidade de dissipar o calor corporal, resultando em perdas consideráveis na produtividade (LIU et al., 2019). Como estratégia para reduzir a produção de calor, os animais diminuem o consumo de alimentos. Em vacas lactantes, a ingestão começa a cair a partir de 25-26 °C, podendo reduzir em até 40% seu consumo em temperaturas acima de 30 °C (DAS et al., 2016).

Por outro lado, chuvas intensas e prolongadas causam o alagamento dos pastos, dificultando o acesso dos animais à forragem nos sistemas de pastagens. Em condições de excesso de umidade, as plantas reduzem a produção de biomassa e deposição de nutrientes, o que diminui o valor nutritivo da forragem disponível. Isso não apenas impacta a capacidade dos animais manterem sua produção, mas também compromete a qualidade da dieta (ARDUINI et al., 2019).

O alagamento também provoca problemas locomotores nos bovinos devido à formação de lama, o que aumenta o risco de lesões nos membros e eleva a incidência de doenças como laminites e mastite (ROCHE et al., 2024). DIONIZZIO et al. (2022), observaram que as vacas expostas a essas condições

apresentam maior incidência de laminites e outras patologias associadas aos cascos, o que não só impacta seu bem-estar, mas também sua capacidade produtiva, já que a mobilidade reduzida afeta a ingestão de forragem e o tempo dedicado ao pastoreio, o que, conseqüentemente, afeta negativamente os níveis de produção.

1.2. Relatos de efeitos produtivos com os eventos climáticos no RS em maio de 2024

De acordo com o Comunicado Agrometeorológico de maio de 2024, da Secretaria de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (TAZZO et al., 2024), nos primeiros dez dias de maio foram observados grandes volumes de chuvas nas regiões central, Planalto e Serra do Rio Grande do Sul. Neste período, a pluviosidade chegou a 664 mm em Veranópolis e 531,8 mm em Soledade. Em adição, o encharcamento das pastagens, tem tornado inviável o pastoreio e comprometido a oferta de alimento para os animais.

De acordo com o CEPEA (2024), a emergência climática vivenciada no Rio Grande do Sul em maio de 2024 afetou todo o estado, levando a obstrução de estradas/rodovias, o que comprometeu a circulação de insumos, leite cru e lácteos. Além disso, a falta de energia elétrica e água em algumas regiões refletiu sobre toda a cadeia. Alguns laticínios interromperam a produção, seja por danos estruturais, falta de energia elétrica ou dificuldade na captação de leite. Nas propriedades que conseguiram manter a logística de entrega de leite cru, as demandas adicionais de logísticas seja para a captação ou para o acesso a insumos representaram fator adicional para o aumento dos custos e redução das margens.

Como expõe Guilherme Portella, presidente do Sindicato da Indústria de Laticínios e Produtos Derivados (SINDILAT-RS), é importante destacar que o setor lácteo no Rio Grande do Sul é um pilar fundamental da economia, empregando mais de 62 mil pessoas e sustentando cerca de 220 mil gaúchos. Com operações em 493 dos 497 municípios, sua capacidade de gerar e distribuir riqueza é significativa. Ao mesmo tempo, essa ampla capilaridade torna toda a cadeia mais vulnerável aos efeitos dos fenômenos climáticos extremos. As

enchentes que atingiram tanto áreas urbanas quanto rurais impactaram de forma imediata as empresas do setor, que sentiram os efeitos das cheias desde os primeiros dias.

De acordo com dados da Associação dos Criadores de Gado Holandês do Rio Grande do Sul (GADOLANDO) e do SINDILAT, houve uma redução de 40% na captação de leite no Estado, nos primeiros dias após os eventos, enquanto aproximadamente duas mil vacas morreram em decorrência da situação. Apesar de algumas entidades terem se dedicado a apresentar estimativas das perdas produtivas e da ocorrência de morte de animais, as consequências indiretas, envolvendo a dificuldade do acesso à ordenha e a redução do consumo alimentar e do bem-estar dos animais podem trazer efeitos de curto a longo prazo.

1.3. Atividades do Laboratório de bovinocultura de leite (LABLEITE-UFSM)

O Laboratório de Bovinocultura Leiteira - LabLeite do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, conta com um rebanho de 15 vacas da raça Holandesa em lactação criadas em sistema de pastejo e recebendo suplementos concentrados após cada ordenha. Desde 2023 o LabLeite possui um acordo de cooperação com a Chip Inside S.A. (COWMED), Santa Maria, Brasil) para o monitoramento do comportamento dos animais do rebanho.

A COWMED é uma empresa que desenvolve sistema de monitoramento capaz de avaliar em tempo real o comportamento de ruminação, atividade, ócio e ofegação de bovinos leiteiros. Estes dados são transmitidos e armazenados em uma plataforma na nuvem, facilitando o acesso e análise de informações. Ademais, a interação COWMED-LabLeite tem permitido o desenvolvimento de estudos que utilizam a base de dados da empresa para a resposta de questões práticas do dia a dia das fazendas. Em um trabalho recente, MANFIO et al. (2025) estudaram o efeito da frequência de ordenhas (duas ou três vezes ao dia) sobre o perfil comportamental de vacas leiteiras. Os autores conseguiram observar que o aumento da frequência de ordenhas leva a um aumento da produção de leite, sem afetar o tempo total de ruminação ou o tempo de

ruminação diurna ou noturna. No entanto, a amplitude da taxa de ruminação tende a ser menor nas fazendas que utilizam três ordenhas em relação àquela observada nas fazendas que utilizam duas ordenhas diárias.

Durante o período de intensas chuvas descritas acima, no LabLeite foi observado um aumento considerável da taxa de ócio dos animais monitorados. Levando-se em consideração o sistema de produção adotado no LabLeite, levantou-se a hipótese de que nos sistemas de produção em pastagens, os animais tenham sido mais afetados do que nos sistemas de confinamento ou no sistema semi-intensivo. Desta forma, o presente capítulo foi escrito com o objetivo de estudar os efeitos dos eventos climáticos ocorridos em maio de 2024 sobre o comportamento de vacas leiteiras mantidas em diferentes sistemas produtivos no estado do Rio Grande do Sul, utilizando-se dados do banco de dados da COWMED.

2. Material e métodos

Os dados foram extraídos do sistema de monitoramento utilizado em fazendas leiteiras do Rio Grande do Sul. O banco de dados estava composto por informações provenientes de 154 fazendas, resultando em 219 lotes de animais. Os dados foram organizados em planilha Excel para facilitar o processamento e análise subsequente. A análise incluiu dados referentes aos lotes de vacas em lactação do período de 03 de abril a 28 de junho nos anos de 2023 e 2024.

Para garantir a consistência e relevância dos dados, foram estabelecidos critérios de inclusão dos dados. Somente foram considerados os lotes compostos exclusivamente por vacas em lactação, com um mínimo de 10 animais por lote, e que possuíam dados completos de ruminação referentes a ambos os períodos de avaliação. Ao final foram utilizados dados de 4473 vacas de 2023 e 6769 vacas em 2024.

Os dados de atividades (ruminação, atividade, ócio e ofegação, em min./d) foram organizados em semanas em relação ao dia 01 de maio, estabelecendo as semanas -4 (3 a 9 de abril), -3 (10 a 16 de abril), -2 (17 a 23 de abril), -1 (24 a 30 de abril), +1 (1 a 7 de maio), +2 (8 a 14 de maio), +3 (15 a 21 de maio) e +4 (22 a 28 de maio) para cada um dos lotes avaliados. Os dados

foram avaliados utilizando o PROC MIXED do SAS (University Edition), de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijklmn} = \mu + S_i + \omega_{j:i} + W_l + A_m + S \times W_{il} + S \times A_{im} + W \times A_{lm} + S \times W \times A_{ilm} + e_{ijklmn}$$

com: $\omega_{j:i} \sim N(0, \sigma_{\omega}^2)$ $e_{ijklmn} \sim N(0, \sigma_e^2)$, em que: Y_{ijklmn} é o valor observado da variável dependente; μ é a média geral; S_i é o efeito fixo do sistema de produção ($i = 1$ a 4); $\omega_{j:i}$ é o efeito aleatório da fazenda em cada um dos sistemas ($j = 1$ a 154); W_l é o efeito fixo da semana de avaliação ($l = 1$ a 8); A_m é o efeito fixo do ano de avaliação ($m = 1$ e 2); $S \times W_{il}$, $S \times A_{im}$, $W \times A_{lm}$ e $S \times W \times A_{ilm}$ são efeitos de interação entre os efeitos previamente descritos; e_{ijklmn} é o efeito do erro experimental; N indica distribuição Gaussiana; σ_{ω}^2 e σ_e^2 são as variâncias aleatórias associadas aos efeitos de fazenda e erro, respectivamente. Os efeitos do sistema produtivo foram estudados utilizando o teste de diferença mínima significativa de Fisher. Para todas as análises foi considerado o nível de significância de 5 %.

3. Resultados e discussões

De maneira geral, os sistemas afetaram ($P < 0,001$) os tempos de ruminação, atividade e ócio (Tabela 1). Foi observada interação ($P < 0,001$) entre os efeitos de sistema e ano ($S \times A$) e semana e ano ($W \times A$) para as variáveis de ruminação, atividade e ofegação. Foi observada interação tripla (sistema $\times$ semana $\times$ ano) para os tempos de ócio e atividade. Estes valores de probabilidade foram utilizados para estruturar a discussão apresentada a seguir.

Tabela 1. Valores de probabilidade para o efeito de sistema produtivo (S), semana (W), ano (A) e suas interações sobre as variáveis comportamentais

Efeito	Variáveis			
	Ruminação	Ócio	Atividade	Ofegação
Sistema (S)	<0,001	<0,001	<0,001	0,186
Semana (W)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S $\times$ W	0,670	<0,001	<0,001	0,319
Ano (A)	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
S $\times$ A	<0,001	0,213	<0,001	<0,001
W $\times$ A	<0,001	0,014	0,002	<0,001
S $\times$ W $\times$ A	0,915	0,003	<0,001	0,525

3.1. Sistemas

De maneira geral, nos sistemas de *Compost Barn* (CB) e *Free-stall* (FS) os animais apresentaram os maiores ($P \leq 0,05$) tempos de ruminação, 475 e 468 min./dia, respectivamente (Tabela 2) e menores ($P \leq 0,05$) tempo de atividade, 329 e 300 min./dia, respectivamente. Animais em sistema de confinamento normalmente apresentam maior tempo de ruminação em comparação aos animais criados em sistema de pastejo devido a dieta fornecida. Além disso, o acesso facilitado ao cocho justifica a menor atividade destes animais. A dieta total (TMR) fornecida para animais em sistemas de confinamento é mais uniforme, e nutricionalmente mais completa, com uma proporção adequada de volumoso e concentrado, e fornecidas *ad libitum* (SCHINGOETHE, 2017), resultando em um maior consumo e consequentemente na maior taxa de ruminação dos animais. Além disso, o ajuste no teor de fibra da dieta torna o processo de ruminação mais eficiente (VAN SOEST, 1994).

Por outro lado, o consumo por parte dos animais em pastejo é influenciado por diversos fatores, incluindo o próprio animal, pasto e o ambiente (CARVALHO et al., 2007). O tempo dedicado à ruminação em animais a pasto pode ser reduzido de forma involuntária quando os animais estão expostos a condições de estresse. Além disso, nos sistemas em pastejo, os animais gastam mais tempo buscando alimento durante o pastejo, além do tempo gasto durante a ordenha, a suplementação de concentrado e o tempo de deslocamento até a pastagem, o que ocasiona uma redução no tempo disponível para pastejo (ARNOTT et al., 2016), reduzindo assim o consumo destes animais e consequentemente a ruminação. Neste caso, pode-se observar um menor ($P \leq 0,05$) tempo de ruminação dos animais no PA, e consequentemente, maior ($P \leq 0,05$) tempo na atividade. Em sistemas baseados em pastagem, os animais podem caminhar longas distâncias entre a sala de ordenha e o pasto ou durante o pastejo para coleta do alimento (NEAVE et al., 2021), o que justifica a maior atividade destes animais.

Tabela 2. Comportamento médio dos animais em cada um dos sistemas de produção durante o período de avaliação

Item	Sistemas (S)				P
	CB	FS	SI	PA	
Ruminação, min./d	475±2,3 ^a	468±2,8 ^a	453±5,1 ^b	439±4,3 ^c	<0,001
Ócio, min./d	438±4,2 ^a	471±5,1 ^b	448±9,3 ^a	423±7,4 ^a	<0,001
Atividade, min./d	329±4,5 ^b	300±5,5 ^a	345±9,9 ^b	382±7,9 ^c	<0,001

CB: *compost barn*; FS: *Free stall*; SI: semi-intensivo; PA: pastagens; P: Probabilidades.

O tempo de ócio foi maior ($P \leq 0,05$) no sistema FS (471 min./dia) em relação aos demais sistemas. Em sistemas FS os animais passam mais tempo deitados ou se alimentando, e menos tempo em pé ou caminhando (BEWLEY et al. 2017) o que condiz com o menor resultado encontrado, de 300 min./dia de atividade. Além disso, quando comparado ao sistema CB, a presença das contenções faz com que o animais se desloque menos, o que resulta em menor nível de atividade sem aumento dos níveis de ruminação, o que faz com que estes animais permaneçam por mais tempo em ócio. Uma das implicações é de que potencialmente, animais em sistema FS poderiam ter menores exigências de energia líquida. No entanto, não é de nosso conhecimento nenhum estudo que tenha avaliado tal variável nestes sistemas.

3.2. Interação semana × ano

A ruminação em vacas de lactação varia ao longo do dia e das semanas. Durante o dia, a ruminação segue um padrão cíclico, com picos mais intensos, ocorrendo após as refeições. Ao longo das semanas, as mudanças na dieta, no clima, e no manejo geram flutuações no comportamento de ruminação (PEITER et al., 2021). No ano de 2024, a ruminação apresentou maior instabilidade comparado ao mesmo período de 2023 (Figura 1). No ano de 2024, os animais vinham apresentando um maior nível de ruminação (475 min./dia na média das

4 primeiras semanas de avaliação). No entanto, no mês de maio, as taxas de ruminação caíram progressivamente, atingindo 444 min./dia na terceira semana de maio, o que mostra o impacto de alterações do ambiente (chuvas) no comportamento dos animais.

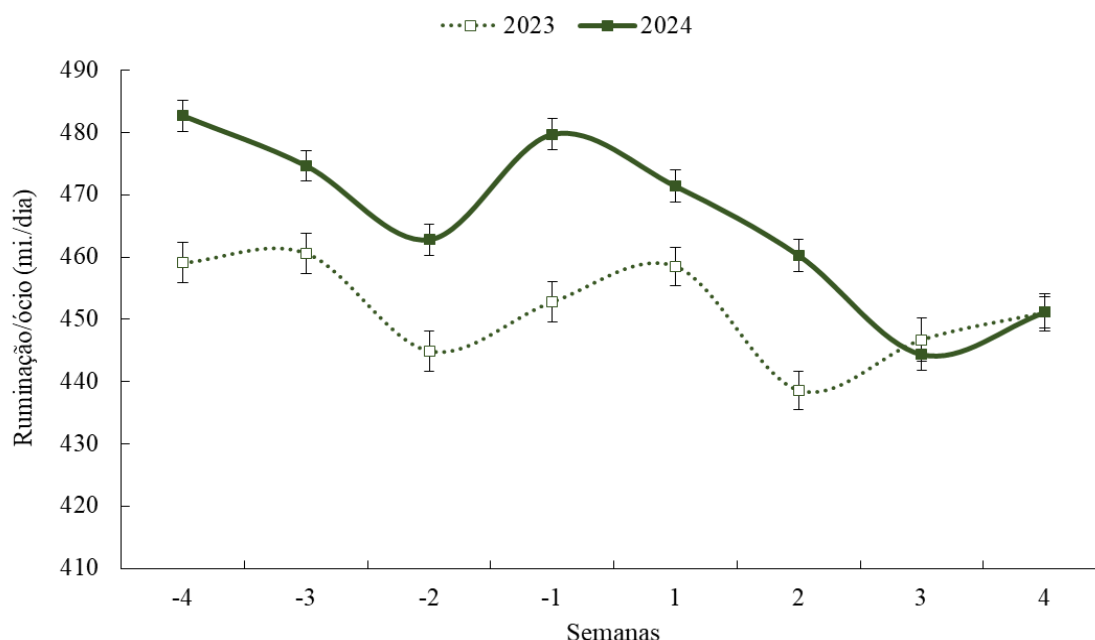


Figura 1. Desdobramento da interação entre semana e ano de avaliação sobre o tempo de ruminação

3.3. Interação sistema × ano

Houve interação entre os efeitos de sistema e ano de avaliação sobre os tempos de ruminação e de ofegação (Figura 2). No ano de 2024, o nível de ruminação foi no geral maior em 2024 do que em 2023. No entanto, a diferença entre os anos de avaliação foi maior nos sistemas de pastagens. Observando os dados pode-se observar que em 2024, as taxas de ruminação dos animais em PA vinham muito próximas àsquelas observadas nos sistemas de confinamento, o que pode refletir o consumo de uma dieta mais grosseira, especialmente nas semanas que antecederam os eventos climáticos. Além disso, em geral, o tempo de ofegação aumentou de 174 para 201 min. por dia. O tempo de ruminação pode ser diretamente associado ao desconforto dos animais. Este aumento de 15,5% na taxa de ofegação evidencia os desafios ambientais enfrentados pelos animais no ano de 2024.

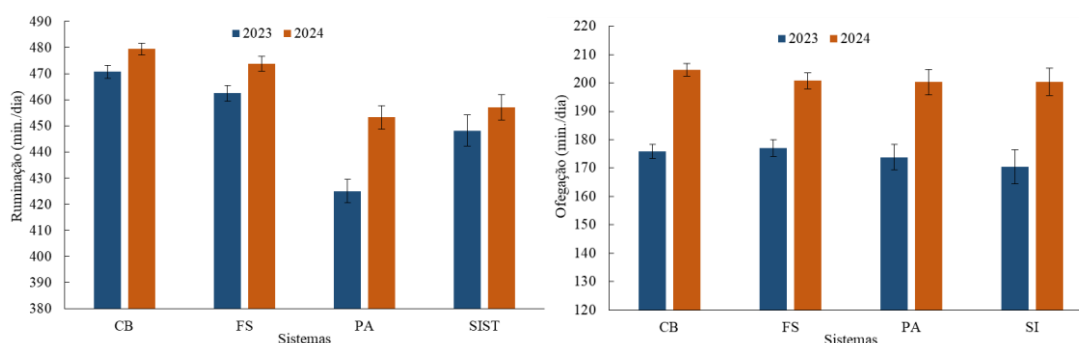


Figura 2. Desdobramento da interação entre os efeitos de sistema produtivo e ano de avaliação sobre os tempos de ruminação e ofegação

4.4. Interação sistema × semana × ano

Houve uma interação entre os efeitos de sistema de produção, semana e ano ($P < 0,001$) sobre as variáveis tempo de atividade (Figura 3) e ócio (Figura 4). Esta interação pode ser descrita como interação de grandeza pois houve ($P \leq 0,05$) efeito de sistema produtivo em todas as semanas de avaliação, tanto em 2023 quanto em 2024. No entanto, com o passar das semanas, no ano de 2023, a diferença entre os sistemas produtivos foi ficando cada vez menor. Nós acreditamos que esta redução da diferença entre os sistemas com o avançar das semanas nos meses de abril e maio possa ser atribuída à melhora das condições climáticas, o que tende a favorecer especialmente os animais nos sistemas de pastejo e semi-intensivo, reduzindo a diferença entre os sistemas. No entanto, no ano de 2024, devido ao evento climático ocorrido, as diferenças entre os sistemas persistiram a mesma, diferentemente do ocorrido em 2023.

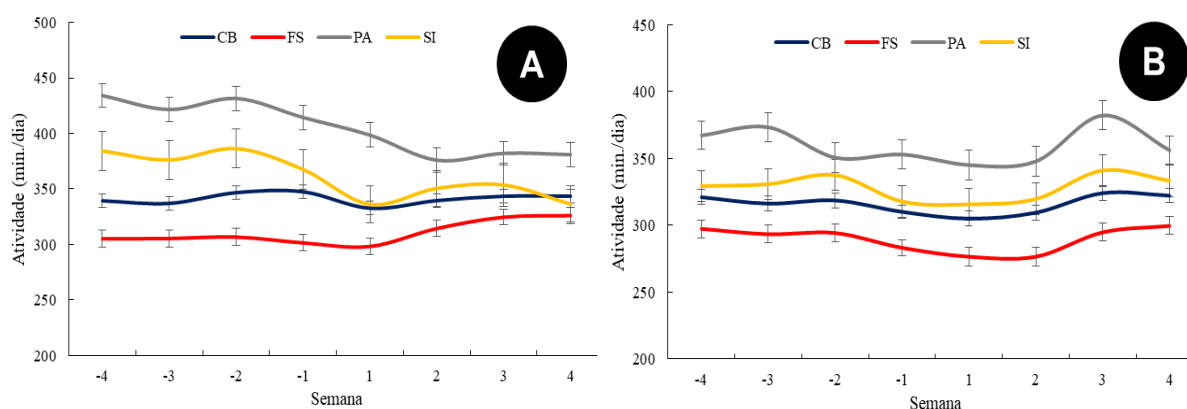


Figura 3. Efeito do sistema produtivo e da semana de avaliação sobre o comportamento de atividade de vacas leiteiras nos anos de 2023 (A) e 2024 (B)

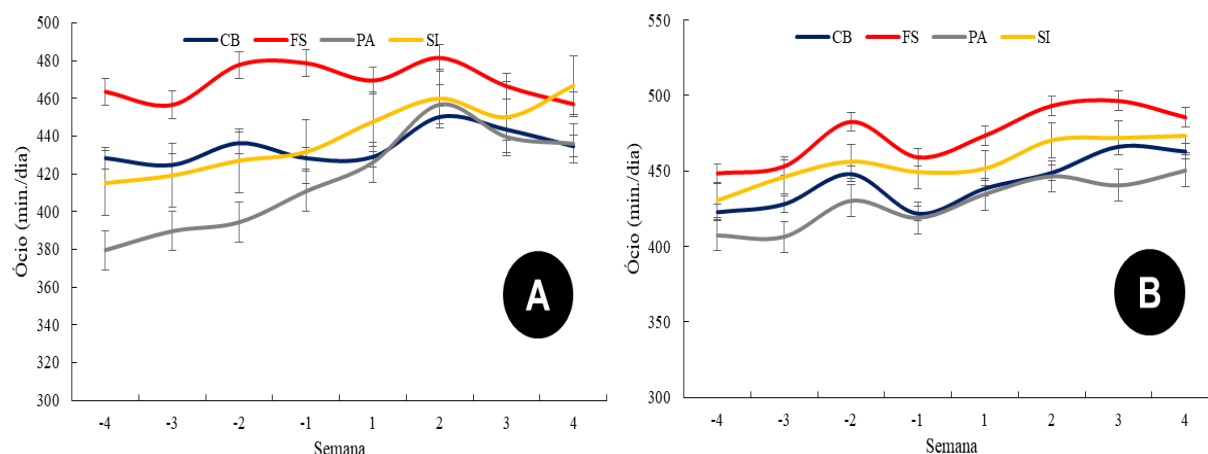


Figura 4. Efeito do sistema produtivo e da semana de avaliação sobre o comportamento de ócio de vacas leiteiras nos anos de 2023 (A) e 2024 (B)

De acordo com HOFFMAN et al. (2020) o estresse térmico leva a um aumento de atividade e tempo em pé de vacas leiteiras. No ano de 2024, a atividade dos animais entre os sistemas mostrou um padrão diferente nesse mesmo período. Nas semanas que antecedem as chuvas, a atividade dos animais foi mais estável e semelhante entre os sistemas. Após as chuvas, no entanto, há um aumento na atividade dos animais, sendo mais intenso para o sistema PA, refletindo um impacto maior das chuvas nas condições dos animais em pastejo.

O comportamento de ócio (Figura 3), se mostrou diferente entre os sistemas no ano de 2023, principalmente no início do período avaliado (semana -4 e -3). No sistema PA, o ócio apresentou o menor valor, no início do período avaliado, aumentando gradualmente até a segunda semana após as chuvas onde apresentou uma leve queda. Por outro lado, o sistema FS mostrou maior ócio ao longo deste período, devido aos animais passarem mais tempo deitados ou se alimentando, e menos tempo em pé ou caminhando, conforme mencionado anteriormente.

4. Considerações finais

A taxa de ruminação caiu após os eventos climáticos. De maneira geral, o tempo de ofegação aumentou em 15,5% em 2024, quando comparado com 2023. No

ano de 2023, com o passar das semanas, a diferença entre os sistemas no que se refere aos tempos de atividade e ruminação foi se reduzindo, o que não se repetiu no ano de 2024.

5. Referências bibliográficas

- ARDUANI, A et al. Reduced growth and nitrogen uptake during waterlogging at tillering permanently affect yield components in late sown oats. **Frontiers Plant Science**, v.10,2019. doi: 10.3389/fpls.2019.01087.
- ARNOTT, G et al. Review: welfare of dairy cows in continuously housed and pasture-based production systems. **Animal**, v.11, n.2, p.261-273, 2017. doi: 10.1017/S1751731116001336.
- BEWLEY, JM et al. A 100-Year Review: Lactating dairy cattle housing management. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.12, p.10418-10431, 2017. doi: 10.3168/jds.2017-13251.
- CARVALHO, PCF et al. Avanços metodológicos na determinação do consumo de ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.151-170, 2007. doi: 10.1590/S1516-35982007001000016.
- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **Boletim do Leite**. 2024. Piracicaba/SP: ESALQ/USP, n 347, ano 30.
- DAS, R et al. Impact of heat stress on health and performance of dairy animals: A review. **Veterinary World**, v.9, n.3, p.260-268, 2016. doi: 10.14202/vetworld.2016.260-268.
- DIONIZZIO, JAR et al. Occurrence of foot diseases in cattle attended at the Clínica de Bovinos de Garanhuns: Epidemiological, clinical, therapeutic and economic aspects. **Ciência Animal Brasileira**, v.23, 2022. doi: 10.1590/1809-6891v23e-72731E.
- HOFFMANN, G et al. Animal-related, non-invasive indicators for determining heat stress in dairy cows. **Biosystems Engineering**, v.199, p.83-96, 2020. doi: 10.1016/j.biosystemseng.2019.10.017.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Summary for Policymakers. In: Climate Change: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)], Geneva, Switzerland, p. 1-34, 2023. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001
- KAUFMAN, JD et al. Short communication: Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.7, p.6424-6429, 2018. doi: 10.3168/jds.2017-13799.

- LIU, J et al. Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: a novel idea for monitoring and evaluation of heat stress - A review. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.32, n.9, p.1332-1339, 2019. doi: 10.5713/ajas.18.0743.
- MANFIO, A.U. Milking frequency effect on rumination daily profile of dairy cows. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.55:4, e20240103, 2025.
- NEAVE, HW et al. Do Walking Distance and Time Away from the Paddock Influence Daily Behaviour Patterns and Milk Yield of Grazing Dairy Cows? **Animals**, v.11, n.10, p.2903, 2021. doi: 10.3390/ani11102903.
- PEITER, M et al. Association between early postpartum rumination time and peak milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.104, n.5, p.5898-5908, 2021. doi: 10.3168/jds.2020-19698.
- RHOADS, ML et al. Effects of heat stress and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of circulating somatotropin. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.5, p.1986-1997, 2009. doi: 10.3168/jds.2008-1641.
- ROCHE, SM et al. Invited review: Prevalence, risk factors, treatment, and barriers to best practice adoption for lameness and injuries in dairy cattle—A narrative review. **Journal of Dairy Science**, v.107, n.6, p.3347-3366, 2024. doi: 10.3168/jds.2023-23870.
- SCHINGOETHE, DJ. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.100, n.12. p.10143-10150, 2017. doi: 10.3168/jds.2017-12967.
- TAZZO, IF et al. Condições meteorológicas ocorridas em maio de 2024 e situação das principais culturas agrícolas no estado do Rio Grande do Sul. **Comunicado Agrometeorológico**. 2024. Porto Alegre: n.70, p 6-30.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Cornell University Press, 1994.
- YADAV, B et al. Impact of heat stress on rumen functions. **Veterinary World**, v.6, n.12, p.992-996, 2013. doi:10.14202/vetworld.2013.992-996.

Autores

Francine B. Facco, Letícia M. Winck, Eduarda R. de Oliveira, Nathália M. Veronezi, Paola O. Selau, Duvan S. Bautista, Pamela I. Otto, Julio Viégas, Tiago A. Del Valle

Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brasil