

### **Sistema Silvipastoril como um componente da pecuária sustentável**

Matheus Deniz<sup>1,2,3\*</sup>, João Pedro Donádio<sup>1,2</sup>, Frederico Márcio Corrêa Vieira<sup>3</sup>, Karolini Tenffen De-Sousa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Grupo de Estudos em Bovinos Leiteiros, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, Brasil.

<sup>3</sup>Grupo de Estudos em Biometeorologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

\*e-mail: [m.deniz@unesp.br](mailto:m.deniz@unesp.br), [jp.donadio@gmail.com](mailto:jp.donadio@gmail.com), [fredericovieira@utfpr.edu.br](mailto:fredericovieira@utfpr.edu.br), [karoltenffen10@hotmail.com](mailto:karoltenffen10@hotmail.com),

### **Introdução**

A pecuária é um importante utilizador de recursos naturais; e ao longo dos anos, vem gerando impactos negativos na qualidade do ar, água, biodiversidade e clima global (TULLO; FINZI; GUARINO, 2019). A interação dos seres humanos com o meio ambiente faz parte da sua história evolutiva, sendo fundamental para a sobrevivência e crescimento econômico dos países (MARQUES; SILVA; MATA, 2019). Porém, a ação antrópica para a intensificação da agricultura (RENAUDEAU et al., 2012) desencadeia impactos negativos no meio ambiente (ROSSET, 2015; STEINFELD; WASSENAAR, 2007). Como por exemplo, o aumento do desmatamento para a contínua expansão da fronteira agrícola que levou à perda de biodiversidade (BUTLER; VICKERY; NORRIS, 2007), degradação dos solos (VELDKAMP et al., 2020), menor estoque de carbono (IPCC, 2019) e aumento na emissão dos gases de efeito estufa (FIGUEIREDO et al., 2017; LI; ZHOU; WANG, 2019). Essas mudanças afetam a resiliência dos ecossistemas e ameaçam sua capacidade em fornecer continuamente o fluxo de serviços essenciais para as gerações presentes e futuras.

Frente aos negativos impactos da modernização, a busca por técnicas capazes de agregar a sustentabilidade econômica, social e ambiental como fatores integrantes do sistema de evolução agrícola tornaram-se mais comuns (ALTIERI, 2004; MAGDOFF, 2007). Na perspectiva dos cuidados ecológicos, o sistema econômico vigente deve compreender que os recursos ambientais são limitados; desta forma, devemos buscar meios para usufruir do planeta de forma cautelosa e com menor degradação. A sincronia entre a manutenção da biodiversidade, serviços ecossistêmicos, e aumento na eficiência da agropecuária são desafios para as próximas décadas. A adoção de práticas que promovam a sustentabilidade, conservação dos recursos naturais e auxiliem na recuperação dos agroecossistemas são necessárias (ALTIERI, 2004). Assim, o sistema silvipastoril pode ser um componente para contribuir na transformação para uma pecuária sustentável. A introdução de árvores na pastagem contribui para a mitigação das mudanças climáticas por meio do sequestro de carbono orgânico do solo (SEÓ; MACHADO FILHO; BRUGNARA, 2017) enquanto propiciam um ambiente mais confortável para os animais expressarem seus comportamentos naturais (CHARLTON; RUTTER, 2017; CRUMP et al., 2021). Além disso, contribuem para a recuperação da paisagem local e eventualmente atuam como corredores ecológicos para áreas de preservação (SIMIONI et al., 2022). Esta combinação pode motivar à implantação destes sistemas, pois é pautado em princípios ambientalmente adequados, socialmente aceitáveis e economicamente viáveis.

### **Ambiente térmico e a pecuária em clima tropical e subtropical**

As mudanças climáticas estão reescrevendo as regras da pecuária. Uma das principais questões para o conforto e bem-estar do gado criado em áreas de pastagem é a carga de calor que recebem do ambiente. À medida que a temperatura do ar aumenta, diminui o número de horas que os animais permanecem na zona de conforto térmico. Os efeitos negativos do estresse térmico nos animais de fazenda podem levar à perda econômica se os animais não forem resfriados (THORNTON et al., 2022). Além das perdas econômicas, os níveis de bem-estar são prejudicados quando os animais são expostos por muito tempo à condição de estresse térmico (POLSKY; VON KEYSERLINGK, 2017). Por isso, é importante fornecer elementos como sombra (DENIZ et al., 2019), aspersores (TRESOLDI; SCHÜTZ; TUCKER, 2018), ventiladores (VIEIRA et al., 2020) e fácil acesso à água para mitigar situações ambientais adversas e melhorar o bem-estar dos animais de fazenda. Essas práticas estão alinhadas com a percepção do público, que prefere sistemas de produção que promovam a redução do calor para os animais de fazenda (CARDOSO et al., 2018). Enquanto a redução de calor para vacas alojadas é fornecida usando sistemas de resfriamento convectivo (por exemplo, ventiladores; VIEIRA et al., 2021) e evaporativo (por exemplo, aspersores; TRESOLDI; SCHÜTZ; TUCKER, 2018) em áreas de pastagem, o sistema silvipastoril tem se destacado como um elemento importante para mitigar os efeitos de fatores ambientais (DENIZ et al., 2023; DE-SOUSA et al., 2023).

Um agravante para o conforto térmico dos animais em regiões tropicais e subtropicais é a combinação de altas temperaturas com a umidade relativa do ar, baixa velocidade do vento e excessiva incidência de radiação solar sobre os animais (BORBUREMA et al., 2013). As trocas térmicas dos animais com o ambiente ficam limitadas nessas condições, levando os animais a experimentar estresse térmico por calor. Este fato, somado ao limitado potencial genético dos rebanhos, manejo reprodutivo, nutricional e sanitário inadequados, afetam negativamente à produtividade leiteira em regiões de clima tropical e subtropical. Assim, uma prática da pecuária sustentável que pode melhorar o conforto e o bem-estar dos animais manejados em pastagens abertas é o fornecimento de áreas de sombra.

A criação de animais em áreas de pastagens bem manejadas com árvores tem o potencial de melhorar o bem-estar dos animais de fazenda, pois esses sistemas permitem aos animais a oportunidade de expressar seus comportamentos naturais (CHARLTON; RUTTER, 2017; CRUMP et al., 2021), além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas (SEÓ; MACHADO FILHO; BRUGNARA, 2017). Ademais dos benefícios ambientais, este tipo de sistema de criação vai de acordo com as exigências da sociedade; uma vez que o público em geral está relutante em aceitar estratégias de mitigação do estresse térmico que não permitem que os animais tenham acesso ao pasto (HENDRICKS et al., 2022). Os consumidores estão preocupados com o conforto e bem-estar do gado e acreditam que o bem-estar dos animais de fazenda está relacionado com a produção de alimentos saudáveis e de boa qualidade (GRIMSHAW et al., 2014; VERBEKE et al., 2010). A percepção do público em geral é que o bem-estar dos animais é mais baixo em sistemas de confinamento do que em áreas de pastagem (HENDRICKS et al., 2022). Vale ressaltar, que quando criados em áreas de pastagem, os animais estão constantemente recebendo carga térmica do ambiente, assim a redução do calor é essencial, uma vez que em condições adversas estes animais podem sofrer estresse térmico por calor (KADZERE et al., 2002). Assim, a adoção de mecanismos que mitiguem os estressores ambientais na

produção animal também pode atender às preocupações éticas dos consumidores (CARDOSO et al., 2018).

### **Sistema silvipastoril**

Os sistemas silvipastoris consistem em um consórcio intencional de espécies lenhosas (nativas ou exóticas), forrageiras e produção animal em uma mesma área (PERI; DUBE; VARELLA, 2016). A integração simultânea relaciona-se de forma sustentável e busca atender diversas necessidades do produtor rural, como: alimento, madeira, lenha, frutas e plantas medicinais. Em sua grande maioria, os sistemas silvipastoris brasileiros são compostos por espécies arbóreas exóticas plantadas em linhas, bosques ou aleatoriamente distribuídas pela pastagem (PACIULLO, 2014; SOUZA, 2010). Técnicos rurais afirmam que a recomendação de espécies exóticas é devido ao rápido crescimento e fornecimento de madeira, e reconhecem que o limitado conhecimento nos diferentes arranjos de árvores para introdução de sistema silvipastoris, afeta sua capacidade de recomendar o arranjo mais adequado para cada fazenda (DE-SOUSA et al., 2023). Para alcançar o máximo benefício do sistema silvipastoril é necessário o correto planejamento e manejo, isso envolve a escolha correta das espécies arbóreas e forrageiras. Em relação à espécie arbórea deve-se observar efeito alelopático e a resistência a secas (SILVA et al., 2008), além de possuírem adaptação ao ambiente onde serão implantadas, apresentar crescimento moderado e copa pouco densas que proporcionem abrigo aos animais. Quanto à espécie forrageira, essa deve apresentar bons níveis de produção na condição sombreada. Tudo isso em conjunto aumenta as chances do produtor ter uma boa experiência com o sistema silvipastoril, e pode facilitar a disseminação dessa prática sustentável.

Os sistemas silvipastoris promovem diversificação nas propriedades agropecuárias, além de proporcionar melhor uso da terra formando ecossistemas mais resilientes e menos dependentes de recursos externos. A combinação intencional de elementos arbóreos em meio à produção animal diminui o estresse térmico dos animais e ainda gera renda extra ao produtor. Além disso, acarreta benefícios ecológicos ao local como: sequestro de carbono, enriquecimento do solo, recuperação de áreas degradadas, aumento da biodiversidade e alteração na paisagem local. As árvores em meio a sistemas pastoris modificam o microclima do local onde estão implantadas (DENIZ et al., 2019), reduzindo a incidência de radiação solar (DENIZ et al., 2021) e a temperatura superficial do solo (DE-SOUSA et al., 2021), que resulta em temperaturas mais amenas diminuindo a taxa de evapotranspiração vegetal. Desta forma, a implantação de sistemas silvipastoris é considerada uma alternativa viável, pois intensifica e diversifica a produção, não havendo necessidade de abertura de novas áreas. Estes fatores fazem com que a produção animal se torne cada vez mais sustentável (BROOM, 2017). Além disso, disponibilizar sombra a animais de aptidão leiteira independente do estado fisiológico é uma condição para que se possa melhorar o conforto térmico, bem-estar e elevar a produtividade das propriedades.

Bovinos apresentam comportamentos que correspondem às suas características físicas, fisiológicas e emocionais (BROOM; MOLENTO, 2004). Os principais parâmetros comportamentais estudados em bovinos leiteiros são os relacionados à alimentação, ruminção, ócio e procura por água e sombra (DENIZ et al., 2023). Bovinos leiteiros possuem alta motivação para acessar sombra (CARDOSO et al., 2021) e apresentam preferência por sombra natural em comparação com meios artificiais de sombreamento, (BLACKSHAW; BLACKSHAW, 1994; GAUGHAN et al., 1999). Animais em sistema silvipastoril apresentam tempo de pastejo maior do que animais a

pleno sol (DE-SOUSA et al., 2023), todavia isso está diretamente relacionado ao arranjo de sistema silvipastoril adotado. No verão, as vacas leiteiras permanecem mais tempo em áreas sombreadas (DENIZ et al., 2020), pois essas áreas apresentam melhores condições ambientais do que pastagens sem árvores (PEZZOPANE et al., 2019). No entanto, no inverno, as vacas também podem usar a sombra quando motivadas, seja para se proteger do sol no meio do dia ou para descansar (DE-SOUSA et al., 2021). Por fim, a introdução de árvores na pastagem pode melhorar os estados afetivos positivos dos bovinos, uma vez que em áreas de sistema silvipastoril há um aumento no número de interações afiliativas entre as vacas (AMÉNDOLA et al., 2016). Além disso, as árvores em pastagens fornecem um bom enriquecimento ambiental que satisfaz as necessidades potenciais de higiene do gado (KOHARI et al., 2007), o que pode aumentar os níveis de bem-estar animal (MCCONNACHIE et al., 2018).

### Conclusões

Conclui-se que a introdução de árvores no pasto é benéfica para o ambiente e para os animais. O sistema silvipastoril proporciona melhor ambiente térmico para os animais quando comparado a uma pastagem sem árvores. Todavia, o sistema silvipastoril é complexo; com isso, é necessário se atentar para o clima da região e os principais objetivos dos produtores para que tenhamos sucesso no processo de implementação. Além disso, devido às mudanças climáticas, o sistema silvipastoril pode ser benéfico para os animais não apenas nas estações quentes, mas também em estações frias, pois pode mitigar os efeitos negativos dos extremos climáticos reduzindo a amplitude térmica e oferecendo abrigo aos animais criados a pasto.

### Bibliografia citada

- AMÉNDOLA, L. et al. Social behaviour of cattle in tropical silvopastoral and monoculture systems. **Animal: An International Journal of Animal Bioscience**, v. 10, n. 5, p. 863–867, maio 2016.
- BLACKSHAW, J. K.; BLACKSHAW, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviour: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 34, n. 2, p. 285–295, 1994.
- BORBUREMA, J. B. et al. Influência de fatores ambientais sobre a produção e composição físico-química do leite. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 9, n. 4, p. 15–19, 28 out. 2013.
- BROOM, D. M. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 46, p. 683–688, ago. 2017.
- BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar Animal: Conceito e Questões Relacionadas - Revisão. **Archives of Veterinary Science**, v. 9, n. 2, 31 dez. 2004.
- BUTLER, S. J.; VICKERY, J. A.; NORRIS, K. Farmland Biodiversity and the Footprint of Agriculture. **Science**, v. 315, n. 5810, p. 381–384, 19 jan. 2007.
- CARDOSO, C. S. et al. Hot and bothered: Public attitudes towards heat stress and outdoor access for dairy cows. **PLOS ONE**, v. 13, n. 10, p. e0205352, 31 out. 2018.
- CARDOSO, C. S. et al. Dairy Heifer Motivation for Access to a Shaded Area. **Animals**, v. 11, n. 9, p. 2507, set. 2021.

CHARLTON, G. L.; RUTTER, S. M. The behaviour of housed dairy cattle with and without pasture access: A review. **Applied Animal Behaviour Science**, SI: Ethology and sustainability. v. 192, p. 2–9, 1 jul. 2017.

CHAUHAN, S. S. et al. Impact of heat stress on ruminant livestock production and meat quality, and strategies for amelioration. **Animal Frontiers**, v. 13, n. 5, p. 60–68, 1 out. 2023.

CRUMP, A. et al. Optimism and pasture access in dairy cows. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 4882, 1 mar. 2021.

DE FIGUEIREDO, E. B. et al. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, Cleaner production towards a sustainable transition. v. 142, p. 420–431, 20 jan. 2017.

DE SOUSA, K. T. et al. Influence of microclimate on dairy cows' behavior in three pasture systems during the winter in south Brazil. **Journal of Thermal Biology**, v. 97, p. 102873, 1 abr. 2021.

DENIZ, M. et al. High biodiversity silvopastoral system as an alternative to improve the thermal environment in the dairy farms. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, n. 1, p. 83–92, 1 jan. 2019.

DENIZ, M. et al. Classification of environmental factors potentially motivating for dairy cows to access shade. **Journal of Dairy Research**, v. 88, n. 3, p. 274–277, ago. 2021.

DENIZ, M. et al. A systematic review of the effects of silvopastoral system on thermal environment and dairy cows' behavioral and physiological responses. **International Journal of Biometeorology**, v. 67, n. 3, p. 409–422, 1 mar. 2023.

DE-SOUSA, K. T. et al. Effects of tree arrangements of silvopasture system on behaviour and performance of cattle – a systematic review. **Annals of Animal Science**, v. 23, n. 3, p. 629–639, 25 jul. 2023a.

DE-SOUSA, K. T. et al. Tree arrangements for silvopastoral system: livestock advisors' knowledge and attitudes. **Agroforestry Systems**, v. 97, n. 6, p. 1143–1156, 1 ago. 2023b.

GAUGHAN, J. B. et al. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 9, p. 2398–2405, set. 1999.

GRIMSHAW, K. E. **Consumer Perception of Beef, Pork, Lamb, Chicken, and Fish**. Animal Science—[s.l.] Texas A&M University, 5 ago. 2013.

HENDRICKS, J. et al. Public perceptions of potential adaptations for mitigating heat stress on Australian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 105, n. 7, p. 5893–5908, 1 jul. 2022.

KADZERE, C. T. et al. Heat stress in lactating dairy cows: a review. **Livestock Production Science**, v. 77, n. 1, p. 59–91, 1 out. 2002.

KOHARI, D. et al. Effect of environmental enrichment by providing trees as rubbing objects in grassland: Grazing cattle need tree-grooming. **Animal Science Journal**, v. 78, n. 4, p. 413–416, 2007.

LI, S.; ZHOU, C.; WANG, S. Does modernization affect carbon dioxide emissions? A panel data analysis. **Science of The Total Environment**, v. 663, p. 426–435, 1 maio 2019.

MAGDOFF, F. Ecological agriculture: Principles, practices, and constraints. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 22, n. 2, p. 109–117, jun. 2007.

MARQUES, M. D.; SILVA, R. DE O.; MATA, H. T. DA C. Meio ambiente, inovações tecnológicas e crescimento econômico: uma análise sob a perspectiva da economia ambiental e economia ecológica. **Cadernos do Desenvolvimento**, v. 14, n. 25, p. 109–128, 20 dez. 2019.

MCCONNACHIE, E. et al. Cows are highly motivated to access a grooming substrate. **Biology Letters**, v. 14, n. 8, p. 20180303, ago. 2018.

PACIULLO, D. S. C. et al. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8, p. 1264–1271, 1 jan. 2014.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. **Journal of Thermal Biology**, v. 79, p. 103–111, 1 jan. 2019.

POLSKY, L.; VON KEYSERLINGK, M. A. G. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. **Journal of Dairy Science**, v. 100, n. 11, p. 8645–8657, nov. 2017.

RENAUDEAU, D. et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 707–728, 1 jan. 2012.

RIVERA, A.; BRAVO, C.; BUOB, G. Climate Change and Land Ice. Em: **International Encyclopedia of Geography**. [s.l.] John Wiley & Sons, Ltd, 2017. p. 1–15.

ROSSET, P. **Social organization and process in bringing agroecology to scale**. FAO INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON AGROECOLOGY FOR FOOD SECURITY AND NUTRITION. **Anais...** 18 set. 2014.

SEÓ, H. L. S.; MACHADO FILHO, L. C. P.; BRUGNARA, D. Rationally Managed Pastures Stock More Carbon than No-Tillage Fields. **Frontiers in Environmental Science**, v. 5, 21 dez. 2017.

SOUZA, B. B. D. et al. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **AGROPECUÁRIA CIENTÍFICA NO SEMIÁRIDO**, v. 6, n. 2, 13 out. 2010.

STEINFELD, H.; WASSENAAR, T. The Role of Livestock Production in Carbon and Nitrogen Cycles. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, n. Volume 32, 2007, p. 271–294, 21 nov. 2007.

TRESOLDI, G.; SCHÜTZ, K. E.; TUCKER, C. B. Cooling cows with sprinklers: Spray duration affects physiological responses to heat load. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4412–4423, maio 2018.

TULLO, E.; FINZI, A.; GUARINO, M. Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. **Science of The Total Environment**, v. 650, p. 2751–2760, 10 fev. 2019.

VARELLA, A. C. et al. Silvopastoral Systems in the Cold Zone of Brazil. Em: PERI, P. L.; DUBE, F.; VARELLA, A. (Eds.). **Silvopastoral Systems in Southern South America**. Advances in Agroforestry. Cham: Springer International Publishing, 2016. v. 11p. 231–255.

VELDKAMP, E. et al. Deforestation and reforestation impacts on soils in the tropics. **Nature Reviews Earth & Environment**, v. 1, n. 11, p. 590–605, nov. 2020.

VERBEKE, W. et al. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. **Meat Science**, Special Issue: 55th International Congress of Meat Science and Technology (55th ICoMST), 16-21 August 2009, Copenhagen, Denmark. v. 84, n. 2, p. 284–292, 1 fev. 2010.

VIEIRA, F. M. C. et al. Spatio-Thermal Variability and Behaviour as Bio-Thermal Indicators of Heat Stress in Dairy Cows in a Compost Barn: A Case Study. **Animals**, v. 11, n. 5, p. 1197, maio 2021.