

COLARES INTELIGENTES NO MONITORAMENTO COMPORTAMENTAL E NO MELHORAMENTO GENÉTICO DA PECUÁRIA LEITEIRA

Maria Gabriela Campolina Diniz Peixoto¹,
Frank Angelo Tomita Bruneli¹,
Maria Coeli Gomes Reis Lage²,
Michele Couto Machado²,
Cleuza Samai Alves Souza²

¹ Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Brasil

² Curso de Medicina Veterinária, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas), Unidade Lourdes, Brasil

Introdução

Nas últimas décadas têm-se buscado avanços na pecuária leiteira que, para além da maior produtividade, considerem o bem-estar animal e os aspectos de sustentabilidade.

Nesse contexto, tecnologias digitais e automatizadas de monitoramento surgem como aliadas no manejo geral da propriedade e até mesmo na seleção de animais de produção. Entre essas tecnologias, destacam-se os colares inteligentes, que permitem a coleta de dados em tempo real de comportamentos, tais como alimentação, ruminação, movimento, temperatura corporal e detecção de cio, e da saúde animal. À medida que se definem métricas e se ampliam as bases de dados destas características, seu potencial para o melhoramento animal pode ser avaliado. Quando uma característica possui influência genética significativa e pode ser medida de forma confiável, seus fenótipos podem ser incorporados às avaliações genéticas.

A integração desses dados com informações genômicas permitirá avanços ainda mais significativos na seleção de animais mais eficientes e saudáveis. Este trabalho discute, com base em literatura especializada, como o uso de colares de monitoramento pode contribuir para o melhoramento genético em rebanhos leiteiros comerciais.

Tecnologias de monitoramento e agricultura de precisão

Os colares inteligentes utilizam sensores capazes de detectar, em tempo real, mudanças sutis no comportamento ou na saúde da vaca, associadas, por exemplo, a mastite, cio, claudicação ou distúrbios metabólicos (RUTTEN et al., 2013). Apesar dos avanços, muitos desses sistemas ainda apresentam limitações quanto à integração com ferramentas de suporte à decisão, o que compromete seu pleno aproveitamento no manejo zootécnico.



Fonte: Imagem cedida pela Girolando LLA.

Aplicabilidade Genômica e Big Data

Pesquisadores têm destacado que as novas ferramentas de coleta automatizada de dados comportamentais viabilizaram a inclusão de características antes negligenciadas nos programas de seleção, como eficiência alimentar, comporta-



mento social e tolerância ao estresse térmico por calor (MIGLIOR et al., 2017). Esses dados, quando processados em plataformas de Big Data — sistemas capazes de armazenar, integrar e analisar grandes volumes de informações em alta velocidade — permitem cruzar registros produtivos, genômicos, climáticos e de manejo para revelar padrões complexos. A genômica e os sensores possibilitam a seleção mais precisa e precoce de animais geneticamente superiores.

Integração com bem-estar animal e eficiência reprodutiva

Estudos reforçam que o uso de sensores inteligentes é fundamental para mensurar, de forma objetiva, o bem-estar animal em sistemas de produção intensivos (BRITO et al., 2020). Indicadores como tempo de ruminação, permanência em decúbito e padrões de interação social podem ser utilizados para identificar e selecionar animais mais adaptados ao ambiente, com menor suscetibilidade ao estresse e maior eficiência reprodutiva.

Relação entre fisiologia e reprodução

Foi demonstrado há alguns anos que perdas no Escore de Condição Corporal após o parto afetam negativamente a fertilidade em vacas leiteiras (ROCHE et al., 2007). O monitoramento contínuo do peso e/ou do Escore Corporal por meio de sensores inteligentes permite antecipar intervenções nutricionais, contribuindo para a melhoria dos índices reprodutivos. Além disso, esses dados podem ser utilizados na seleção de indivíduos mais resilientes, com maior capacidade de adaptação às exigências dos sistemas produtivos.

Valoração econômica da tecnologia

Modelos de análise econômica têm sido propostos para avaliar o retorno sobre investimento na adoção de colares inteligentes em rebanhos leiteiros (BEWLEY, 2010). Quando bem utilizados, as informações geradas por esses dispositivos contribuem para reduzir perdas causadas por doenças, melhorar o desempenho reprodutivo e otimizar a seleção. Esses benefícios se traduzem em

maior eficiência produtiva e aumento da rentabilidade da atividade pecuária.

Benefícios dos colares inteligentes no melhoramento genético

Os colares inteligentes representam uma inovação no monitoramento fenotípico em tempo real, oferecendo diversos benefícios diretos e indiretos ao melhoramento genético:

- **Precisão na coleta de dados:** registro contínuo de atividade, ruminação, temperatura, Escore de Condição Corporal e eventos reprodutivos. Essas informações são objetivas, padronizadas e de alta frequência.
- **Aumento da acurácia nas avaliações genéticas:** dados fenotípicos precisos melhoram as estimativas das Diferenças Esperadas na Progenie (DEPs) e dos valores genômicos, permitindo selecionar os melhores animais com maior confiabilidade.
- **Identificação precoce de indivíduos superiores:** a combinação entre dados comportamentais e genéticos permite reconhecer animais com potencial produtivo e reprodutivo logo nas primeiras fases da vida, orientando mudanças nas práticas de manejo, aumentando a eficiência produtiva e econômica, e acelerando o progresso genético (RUTTEN et al. (2013).
- **Seleção de características complexas:** características como resistência a doenças, eficiência alimentar, robustez e comportamento social podem ser medidas indiretamente pelos colares, viabilizando sua inclusão nos índices de seleção.
- **Feedback imediato:** as informações em tempo real ajudam a ajustar rapidamente estratégias de manejo e decisões de acasalamento, contribuindo para uma seleção mais dinâmica e adaptada ao sistema de produção.

Integração de dados de colares inteligentes e software de seleção

A coleta automatizada de dados comportamentais e fisiológicos por colares inteligentes fornece uma base fenotípica rica e contínua, que pode ser integrada a softwares especializados em análise genômica. Esses sistemas utilizam algorit-

mos de predição baseados nos SNPs (polimorfismos de nucleotídeo único), combinando dados genômicos e fenotípicos em tempo real -- como taxa de ruminação, Escore de Condição Corporal, temperatura corporal ou retal, atividade física e ocorrência de eventos reprodutivos -- para identificar precocemente indivíduos com alto valor genético para características complexas, como robustez, eficiência alimentar e tolerância ao estresse térmico (MIGLIOR et al., 2017).

Tais dados são processados em plataformas de Big Data, que são espaços digitais que comportam grandes massas de dados, para gerar índices frequentemente atualizados com alta acurácia, permitindo a rápida e acurada seleção de touros e matrizes (BEWLEY, 2010). O uso desses softwares acelera o progresso genético, pois permite a seleção precoce de indivíduos ainda jovens, com base em dados objetivos e consistentes, coletados de forma automatizada e padronizada (BRITO et al., 2020). Além disso, os softwares podem gerar simulações de acasalamentos otimizados para evitar endogamia e maximizar o ganho genético por geração.

Outro aspecto relevante é o uso contínuo desses dados para ajustar o manejo. Por exemplo, uma queda no tempo de ruminação pode indicar um distúrbio metabólico, permitindo intervenção precoce que preserva o valor genético de um animal promissor (RUTTEN et al., 2013). Essa dinâmica também contribui para excluir indivíduos menos adaptados ou com baixo desempenho reprodutivo (ROCHE et al., 2007).

Portanto, a integração entre sensores, softwares de algoritmos genéticos e bancos de dados zootécnicos constitui uma abordagem sistêmica de seleção, que combina fenotipagem de precisão com decisões estratégicas para impulsionar o progresso genético dos rebanhos.

Estudo de Caso – Pesquisa sobre Termotolerância em Vacas Leiteiras na Bélgica

Entre outubro de 2019 e julho de 2022, pesquisadores da Universidade de Liège e da associação de criadores Wallonne (Elevéo), na Bélgica, realizaram um estudo pioneiro com objetivo de avaliar a viabilidade de incorporar dados comportamentais, obtidos por colares inteligentes, em

avaliações genéticas para termotolerância em bovinos leiteiros.

Foram monitoradas 453 vacas Holandesas em seis rebanhos comerciais (em condições de clima temperado) utilizando colares SenseHub® (Allflex Livestock Intelligence), que registraram diariamente três traços comportamentais: tempo de atividade (ACT), tempo de ruminação (RUM) e tempo de alimentação (EAT). Essas informações foram associadas a dados produtivos (leite corrigido para gordura e proteína - FPCM), Escore de Células Somáticas (SCS) e registros meteorológicos (temperatura e umidade relativa), com base nos quais foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (THI), que é um indicador do nível de estresse térmico.

Os resultados indicaram que os traços comportamentais apresentaram herdabilidades moderadas, com valores entre 0,12 e 0,19 mesmo em níveis elevados de THI, e correlações genéticas favoráveis com a manutenção da produção durante o estresse térmico. Ou seja, as vacas que mantêm maior atividade em períodos de calor também tendem a manter maior produção leiteira e menor incidência de células somáticas.

O estudo evidenciou o potencial dos sensores de colares inteligentes como ferramenta complementar à seleção genômica, permitindo avaliações mais frequentes, em tempo real e não invasivas, que capturam melhor a reação individual dos animais às variações ambientais. Essa abordagem permite antecipar decisões reprodutivas e sanitárias, além de favorecer a seleção de indivíduos mais resilientes ao estresse térmico — fator crucial diante das mudanças climáticas globais.



Fonte: Imagem cedida por Luiz Fernando Martins Neves – MSD Saúde Animal.

Considerações finais

A incorporação de colares inteligentes ao manejo de rebanhos leiteiros representa um avanço significativo na aplicação de tecnologias de precisão voltadas ao melhoramento genético. A coleta automatizada de dados fenotípicos objetivos, frequentes e confiáveis amplia a acurácia das avaliações genéticas e acelera a seleção de animais mais produtivos, saudáveis e adaptados às exigências dos sistemas intensivos e semi-intensivos de produção. O futuro da pecuária leiteira está diretamente ligado à capacidade de integrar sensores, algoritmos e plataformas de dados de forma estratégica, prática e economicamente viável, promovendo ganhos sustentáveis em produtividade e qualidade.

Referências:

- BEWLEY, J. M. Precision Dairy Farming: Advanced Analysis Solutions for Future Profitability. University of Kentucky, 2010. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267711814>.
- BRITO, L. F. et al. Large-scale phenotyping of livestock welfare in commercial production systems. *Frontiers in Genetics*, v. 11, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fgen.2020.00793/full>.
- GARCÍA-ROMERO, L. A. et al. Smart technologies in dairy farming: potential to improve animal welfare and productivity. *Animals*, v. 15, n. 3, p. 458, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-2615/15/3/458>.
- HEINS, B. J.; PAUL, S. D.; XU, Z. Smart collars and sensors for dairy cattle: a review. *JDS Communications*, v. 5, n. 2, p. 68–74, 2024. Disponível em: [https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102\(24\)00002-4/fulltext](https://www.jdscommun.org/article/S2666-9102(24)00002-4/fulltext).
- MIGLIOR, F. et al. A 100-year review: Identification and genetic selection of economically important traits in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 100, n. 12, p. 10251–10271, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217310391>.
- ROCHE, J. R. et al. Associations Among Body Condition Score, Body Weight, and Reproductive Performance in Seasonal-Calving Dairy Cattle. *Journal of Dairy Science*, v. 90, n. 1, p. 376–391, 2007. Disponível em: <https://www.journalofdairyscience.org/action/showPdf?pii=S0022-0302%2807%2972639-5>.
- RUTTEN, C. J. et al. Sensors to support health management on dairy farms. *Journal of Dairy Science*, v. 96, n. 4, p. 1928–1952, 2013.