

**( X ) Graduação ( ) Pós-Graduação**

## **TECNOLOGIAS DE PECUÁRIA DE PRECISÃO NO CONTEXTO DA PECUÁRIA 4.0**

**Rogério da Silva Santa Ana,  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPNV),  
rogeriosilvasantaana@gmail.com**

**Victor Fraile Sordi,  
Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS/CPNV),  
victor.sordi@ufms.br**

### **RESUMO**

Este estudo busca identificar quais as tecnologias promissoras e as já consolidadas de pecuária de precisão. Buscando assim oferecer bases mais sólidas para uma pecuária mais inteligente e sustentável. Empregou-se uma revisão sistemática integrativa de publicações disponíveis nas bases: Science Direct, Scopus, Spell e Scielo. Os resultados indicam um conjunto de tecnologias que buscam uma gestão individualizada dos rebanhos e do monitoramento constante de saúde e bem-estar, que podem trazer uma série de benefícios para as fazendas, tanto na sustentabilidade ambiental, como econômica e social.

**Palavras-chave:** Pecuária de Precisão; Fazendas Inteligentes; Pecuária 4.0.

Diversas tecnologias digitais estão disponíveis para diferentes espécies de animais e formam a base para a pecuária de precisão (GROHER; HEITKÄMPER; UMSTÄTTER, 2020). A PP é baseada na coleta e análise de dados em tempo real que podem ser usados para o manejo dos rebanhos ou de um animal de modo individualizado. Essas inovações se tornam cada vez mais importantes à medida que as fazendas ficam maiores e o monitoramento de um único animal não é mais possível sem ajuda tecnológica (VAINTRUB et al., 2020).

Este estudo buscou identificar quais as tecnologias promissoras e as já consolidadas de pecuária de precisão. Para o alcance do objetivo da pesquisa, empregou-se uma revisão sistemática integrativa (BOTELHO; CUNHA; MACEDO, 2011). Os resultados da revisão são apresentados nos Quadro 1 e 2. Percebe-se, que as tecnologias de pecuária de precisão ao buscarem uma maior precisão e eficiência nos processos de produção animal, permitem também um melhor monitoramento da saúde do animal e do seu bem-estar, além de possibilitar a redução dos impactos ambientais. Dessa maneira, podem trazer uma série de benefícios para as fazendas, tanto na sustentabilidade ambiental, como econômica e social

Quadro 1. Tecnologias de Pecuária de Precisão Consolidadas

Tecnologia	Conceito	Estudos
<p>Identificação Eletrônica de Animais (EID) e Sistemas de Identificação por Radiofrequência (RFID)</p>	<p>Dispositivos passivos ou ativos (como por exemplo etiquetas e leitores) utilizados para identificar individualmente cada animal por intermédio de algum tipo de transmissão eletrônica como por exemplo identificação por radiofrequência (RFID). Utilizam-se diversas modalidades como a marcação de orelha, a inserção no rúmen ou injeção subcutânea. Esses dispositivos de identificação permitem que cada animal seja identificado de forma independente e que os dados sejam armazenados e usados para vários processos de tomada de decisão. Trata-se também de um componente essencial para outros sistemas, como a plataforma de pesagem (WOW) ou os selecionadores automáticos (AD).</p>	<p>Bahlo et al. (2019); Benjamin e Yik (2019); García et al. (2020); Groher, Heitkämper e Umstätter (2020); Lima et al. (2018); Li, Ren e Zeng (2020); Lovarelli, Bacenetti e Guarino (2020); Neethirajan e Kemp (2021); Tedeschi, Greenwood e Halachmi (2021); Vaintrub et al. (2020).</p>
<p>Sensores Invasivos e Não Invasivos</p>	<p>São os vários tipos de sensores (de imagem, som, temperatura, bioenergéticos, etc..) utilizados nos animais ou nos ambientes onde eles transitam, para capturar informações importantes para o manejo e bem-estar animal. Podem monitorar comportamentos e medidas fisiológicas internas, como saúde ruminal, temperatura corporal e pressão vaginal, nos chamados sensores invasivos, introduzidos nos animais. Podem também ser implantados ao redor do celeiro (não invasivos), associados com câmeras de vigilância para monitorar o peso dos animais e o consumo de ração. Esses sensores podem, por exemplo, coletar dados do animal (movimento, posição corporal, temperatura, etc...) e identificar o estado fisiológico, ovulação ou claudicação, dentre outras informações relevantes para o manejo da fazenda.</p>	<p>Astill et al. (2020); Benjamin e Yik (2019); Fournel, Rousseau e Laberge (2017); García et al. (2020); Groher, Heitkämper e Umstätter (2020); Li, Ren e Zeng (2020); Lovarelli, Bacenetti e Guarino (2020); Neethirajan (2020); Neethirajan e Kemp (2021); Norton et al. (2019); Tedeschi, Greenwood e Halachmi (2021); Vaintrub et al. (2020); Van Hertem et al. (2017).</p>
<p>Processamento de Sons e Imagens</p>	<p>Com câmeras (web, termográficas, infravermelhas, etc..) e microfones em um sistema de monitoramento automatizado por computador é possível registrar e identificar diferentes comportamentos, fazer análises de bem-estar animal, de condições de saúde, controle de temperatura, predição de peso, rastreamento, dentre outras inúmeras possibilidades.</p>	<p>Astill et al. (2020); Bahlo et al. (2019); Benjamin e Yik (2019); Fournel, Rousseau e Laberge (2017); García et al. (2020); Li, Ren e Zeng (2020); Neethirajan e Kemp (2021); Norton et al. (2019); Van Hertem et al. (2017).</p>

<p>Acelerômetros</p>	<p>Um sistema que mede o movimento em termos de direção e velocidade com sensores conectados ao pé, pescoço ou cabeça dos animais. Os acelerômetros também podem ser utilizados em uma coleira localizada em outras partes específicas do corpo do animal. Tais sistemas possuem a capacidade de registrar padrões de movimento ligados a comportamentos como repouso, alimentação, corrida, brincadeiras ou claudicação.</p>	<p>Benjamin e Yik (2019); García et al. (2020); Li, Ren e Zeng (2020); Lovarelli, Bacenetti e Guarino (2020); Vaintrub et al. (2020).</p>
<p>Sistema de Informação Geográfica (SIG)</p>	<p>Um sistema de informação geográfica (SIG) fornece informações sobre o movimento e a disposição dos animais pelas propriedades, facilitando o manejo. Geralmente utiliza-se a combinação de GPS/GIS, GNSS e Acelerômetros.</p>	<p>Bahlo et al. (2019); García et al. (2020); Lovarelli, Bacenetti e Guarino (2020); Sales-Baptista et al. (2016); Vaintrub et al. (2020).</p>
<p>Salas de Ordenha e Sistemas de Ordenha Automática (AMS)</p>	<p>As salas de ordenha são espaços especialmente projetados para a ordenha das fêmeas (vacas leiteiras, cabras, ovelhas) e podem ser associadas a múltiplos sistemas como por exemplo a ordenha robotizada ou sistema de ordenha automática (AMS), que consiste em “braços mecânicos” que realizam todos os processos da ordenha, sem a intervenção direta do homem. Essas salas geralmente mecanizadas, possibilitam o controle e gerenciamento de vários aspectos do leite e da saúde dos animais.</p>	<p>Groher, Heitkämper e Umstätter (2020); John et al (2016); Maculan e Lopes (2016); Vaintrub et al. (2020).</p>
<p>Plataforma de Pesagem (WOW)</p>	<p>O sistema inclui uma passagem unilateral que conduz a um estimulante chave como bebedouros e comedouros suplementares, através do qual os animais são induzidos a passar. A plataforma de pesagem é colocada neste corredor e se comunica com as identificações eletrônicas dos animais (EID) em cada passagem. Os dados relativos de cada animal são armazenados possibilitando o monitoramento do peso.</p>	<p>Bahlo et al. (2019); García et al. (2020); Groher, Heitkämper e Umstätter (2020); Vaintrub et al. (2020).</p>
<p>Sistemas de Cercas Virtuais (VF)</p>	<p>Trata-se de um método inovador para o manejo extensivo de animais que substitui barreiras físicas por limites colocados eletronicamente. Os animais são impedidos de atravessar certos limites por intermédio de sinais visíveis e/ou audíveis combinados com estímulos elétricos. Os sistemas de cercas virtuais são utilizados também para influenciar o comportamento de pastejo dos animais, guiando-os conforme a disponibilidade de pasto. Além de conter e mover animais, ele permite a localização e rastreamento, bem como alertas quando os animais se afastam de áreas designadas.</p>	<p>Bahlo et al. (2019); Vaintrub et al. (2020).</p>
<p>Selecionadores Automáticos (AD) ou Portões Automatizados</p>	<p>São sistemas automáticos centrados em portões seletivos com a capacidade de distinguir e direcionar a passagem do rebanho através da identificação individualizada desses animais.</p>	<p>Vaintrub et al. (2020).</p>

Quadro 2. Tecnologias Promissoras de Pecuária de Precisão.

Tecnologia	Conceito	Estudos
Aprendizagem de Máquina (ML)	A tecnologia de aprendizagem de máquina é considerada um subcampo da Inteligência Artificial (IA), que trabalha com a ideia de que as máquinas podem aprender de forma autônoma ao terem acesso a grandes volumes de dados. As técnicas de aprendizagem de máquina na pecuária são mais utilizadas para a análise do pastoreio e da sanidade animal, utilizando dados coletados por sensores, câmeras, microfones, plataformas de pesagem, dentre outras tecnologias.	Neethirajan (2020); García et al. (2020); Sharma et al. (2020); Tedeschi, Greenwood e Halachmi (2021).
Internet das Coisas (IoT)	A internet das coisas permite a comunicação entre sensores, dispositivos e equipamentos da fazenda, levando à automação de vários processos. A infraestrutura de IoT consiste em vários componentes, incluindo hardware para coletar dados do ambiente e dos animais, conectividade para transmitir esses dados, software para armazenar, analisar e processar dados e uma interface para que os usuários possam interagir com a plataforma.	Astill et al. (2020); Tedeschi, Greenwood e Halachmi (2021); Sharma et al. (2020).
Big Data	As informações em tempo real oriundas de sensores, sistemas e outras tecnologias supracitadas são processadas e integradas usando sistemas analíticos de big data que contam com algoritmos estatísticos para classificar grandes e complexos conjuntos de dados para fornecer aos agricultores padrões de tendências relevantes e ferramentas de tomada de decisão.	Astill et al. (2020); Neethirajan (2020); Neethirajan e Kemp (2021).
Realidade Aumentada (AR) ou Realidade Aumentada Móvel (MAR)	A importância e a força de um sistema de realidade aumentada aplicado à pecuária residem na capacidade de fornecimento de informações importantes em tempo real durante o manejo dos animais. Tablets, Smartphones, Óculos Inteligentes, exibem os conteúdos virtualmente enquanto os usuários estão agindo no mundo real.	Caria et al. (2020); Caria et al. (2019).
Blockchain	É uma tecnologia de registro distribuído que visa a descentralização como medida de segurança. São bases de registros e dados distribuídos e compartilhados que têm a função de criar um índice global para todas as transações que ocorrem em um determinado mercado. Na pecuária, associada aos sensores, pode oferecer rastreabilidade segura e garantida de produtos de origem animal da fazenda até à mesa. Além de oferecer uma vantagem fundamental no monitoramento de surtos de doenças e na prevenção de perdas econômicas.	Neethirajan e Kemp (2021).

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

## REFERÊNCIAS

- ASTILL, Jake et al. Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 170, p. 105291, 2020.
- BAHLO, Christiane et al. The role of interoperable data standards in precision livestock farming in extensive livestock systems: A review. **Computers and electronics in agriculture**, v. 156, p. 459-466, 2019.
- BENJAMIN, Madonna; YIK, Steven. Precision livestock farming in swine welfare: a review for swine practitioners. **Animals**, v. 9, n. 4, p. 133, 2019.
- BOTELHO, Louise Lira Roedel; DE ALMEIDA CUNHA, Cristiano Castro; MACEDO, Marcelo. O método da revisão integrativa nos estudos organizacionais. **Gestão e sociedade**, v. 5, n. 11, p. 121-136, 2011.
- CARIA, Maria et al. Exploring smart glasses for augmented reality: A valuable and integrative tool in precision livestock farming. **Animals**, v. 9, n. 11, p. 903, 2019.
- CARIA, Maria et al. Performance and Usability of Smartglasses for Augmented Reality in Precision Livestock Farming Operations. **Applied Sciences**, v. 10, n. 7, p. 2318, 2020.
- FOURNEL, Sébastien; ROUSSEAU, Alain N.; LABERGE, Benoit. Rethinking environment control strategy of confined animal housing systems through precision livestock farming. **Biosystems Engineering**, v. 155, p. 96-123, 2017.
- GARCÍA, Rodrigo et al. A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 179, p. 105826, 2020.
- GROHER, T.; HEITKÄMPER, K.; UMSTÄTTER, C. Digital technology adoption in livestock production with a special focus on ruminant farming. **animal**, v. 14, n. 11, p. 2404-2413, 2020.
- JOHN, A. J. et al. Milking robot utilization, a successful precision livestock farming evolution. **Animal**, v. 10, n. 9, p. 1484-1492, 2016.
- LI, N. et al. Automated techniques for monitoring the behaviour and welfare of broilers and laying hens: towards the goal of precision livestock farming. **animal**, v. 14, n. 3, p. 617-625, 2020.
- LIMA, Eliana et al. Drivers for precision livestock technology adoption: a study of factors associated with adoption of electronic identification technology by commercial sheep farmers in England and Wales. **PloS one**, v. 13, n. 1, p. e0190489, 2018.
- LOVARELLI, Daniela; BACENETTI, Jacopo; GUARINO, Marcella. A review on dairy cattle farming: Is precision livestock farming the compromise for an environmental, economic and social sustainable production?. **Journal of Cleaner Production**, v. 262, p. 121409, 2020.

MACULAN, Renata; LOPES, Marcos Aurélio. Ordenha robotizada de vacas leiteiras: uma revisão. **B. Industr. Anim.**, p. 80-87, 2016.

NEETHIRAJAN, Suresh. The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. **Sensing and Bio-Sensing Research**, p. 100367, 2020.

NEETHIRAJAN, Suresh; KEMP, Bas. Digital Livestock Farming. **Sensing and Bio-Sensing Research**, p. 100408, 2021.

NORTON, Tomas et al. Precision livestock farming: Building ‘digital representations’ to bring the animals closer to the farmer. **Animal**, v. 13, n. 12, p. 3009-3017, 2019.

SHARMA, Abhinav et al. Machine Learning Applications for Precision Agriculture: A Comprehensive Review. **IEEE Access**, 2020.

TEDESCHI, Luis O.; GREENWOOD, Paul L.; HALACHMI, Ilan. Advancements in sensor technology and decision support intelligent tools to assist smart livestock farming. **Journal of Animal Science**, v. 99, n. 2, p. skab038, 2021.

VAINTRUB, M. Odintsov et al. Precision livestock farming, automats and new technologies: possible applications in extensive dairy sheep farming. **Animal**, p. 100143, 2020.

VAN HERTEM, Tom et al. Appropriate data visualisation is key to Precision Livestock Farming acceptance. **Computers and electronics in agriculture**, v. 138, p. 1-10, 2017.