

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA

BACHARELADO EM AGRONOMIA

Rosana Ferreira dos Santos

**PECUÁRIA LEITEIRA: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, TENDÊNCIAS E
DESAFIOS**

São João Evangelista - MG

2025

ROSANA FERREIRA DOS SANTOS

**PECUÁRIA LEITEIRA: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, TENDÊNCIAS E
DESAFIOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal De Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação da Prof.^a Ma. Daianne Carneiro de Oliveira Santos.

São João Evangelista - MG

2025

S237p Santos, Rosana Ferreira dos.

Pecuária leiteira: inovações tecnológicas, tendências e desafios/
Rosana Ferreira dos Santos – 2025.

26f.: il.

Orientador: Ma. Daianne Carneiro de Oliveira Santos.

Trabalho de Conclusão de Curso (bacharelado em Agronomia) –
Instituto Federal Minas Gerais. *Campus* São João Evangelista, 2025.

1. Pecuária leiteira. 2. Inteligência artificial. 3. Robótica. 4.
Sustentabilidade. I. Santos, Rosana Ferreira dos. II. Instituto Federal
de Minas Gerais *Campus* SJE. III. Título.

CDD 636.2142


Catálogo: Esther Soares Cunha - CRB-6/4333

Rosana Ferreira Dos Santos


PECUÁRIA LEITEIRA: INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS, TENDÊNCIAS E DESAFIOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal De Educação Ciência e Tecnologia Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Agronomia, sob orientação da Prof.^a Ma. Daianne Carneiro de Oliveira Santos.


Aprovado em 07 de março de 2025 pela banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 DAIANNE CARNEIRO DE OLIVEIRA SANTOS
Data: 07/03/2025 21:01:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora Prof. Ma. Daianne Carneiro de Oliveira Santos - IFMG/ *Campus* Bambuí

Documento assinado digitalmente
 RAFAEL CARLOS DOS SANTOS
Data: 10/03/2025 16:39:53-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rafael Carlos dos Santos - IFMG/*Campus* São João Evangelista

Documento assinado digitalmente
 INES CAROLINE DE LIMA PROENCA
Data: 09/03/2025 11:20:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.^a Dr.^a Inês Caroline de Lima Proença - IFAM/*Campus* Eirunepé

AGRADECIMENTOS

Chegar até aqui não foi fácil, mas cada desafio superado me trouxe aprendizado, força e crescimento. E nada disso teria sido possível sem pessoas incríveis ao meu lado.

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar força nos momentos difíceis e iluminar meu caminho em cada decisão. Ele segurou em minhas mãos e me guiou durante toda essa jornada.

Agradeço às duas mulheres mais fortes que conheço, minha mãe Márcia Santose minha avó Tereza Santos, que com amor, dedicação e muitos sacrifícios, tornaram minha formação possível. Foram muitas lutas, orações, esforços incansáveis e renúncias para que eu pudesse seguir meus sonhos. Sou eternamente grata por tudo que fizeram e continuam fazendo por mim.

Ao meu avô Raimundo, que mesmo não estando mais presente fisicamente, continua vivo em minhas lembranças e em cada conquista da minha vida. Gostaria que estivesse aqui para compartilhar esse momento comigo, mas sei que, de alguma forma, ele sempre me acompanha.

Ao meu irmão Robson Santos, pela parceria e pelo carinho, por sempre estar ao meu lado. Sua torcida e apoio incondicional significam muito para mim.

Ao meu namorado, Gileade Mathäus Oliveira, por sempre me apoiar em cada etapa, acreditando em mim e sendo meu porto seguro. Sua paciência e incentivo me ajudaram a seguir firme mesmo nos momentos em que eu queria desistir de tudo.

Aos meus amigos de curso, Alice Silva, Bruna Amorim, Fábio Alves, Hiago Pinho, Jaíne Cordeiro, Josiane Alves, Layane Gomes, Leandro Magalhães e Márcia Nunes, que tornaram essa jornada mais leve e especial. Foram tantas horas de estudos, trabalhos, desabafos e risadas, e cada momento compartilhado tornou essa experiência única.

À minha banca examinadora, composta pelos professores Daianne Carneiro de Oliveira Santos, Inês Caroline de Lima Proença e Rafael Carlos dos Santos, pelo tempo dedicado à análise deste trabalho e pelas valiosas contribuições. Agradecimento em especial à Daianne, que surgiu como um verdadeiro anjo nessa trajetória. Depois de muitos obstáculos na elaboração deste trabalho, encontrei nela acolhimento, respeito e um apoio inestimável. Sua paciência, orientação e palavras de incentivo foram essenciais para que este trabalho se tornasse realidade. Obrigada por tornar essa jornada muito mais leve e possível.

Por fim, essa vitória não é só minha, mas de todos vocês.

RESUMO

A pecuária leiteira é uma atividade econômica de grande relevância global, enfrentando desafios como o aumento da demanda por alimentos e a necessidade de sustentabilidade. Diante da importância da incorporação de novas tecnologias no contexto da bovinocultura leiteira, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre o tema, abordando as principais inovações tecnológicas disponíveis no mercado para a pecuária leiteira de precisão. A adoção de tecnologias inovadoras, como inteligência artificial (IA), sensores, robótica e programas de gestão, tem transformado o setor, promovendo maior eficiência, produtividade e qualidade do leite. A IA e os sensores permitem o monitoramento em tempo real da saúde e do comportamento dos animais, enquanto a robótica automatiza processos como a ordenha, reduzindo custos e melhorando o bem-estar animal. Programas de gestão integram dados e facilitam decisões estratégicas, aumentando a transparência e a rastreabilidade. Apesar dos desafios, como custos iniciais e necessidade de capacitação, os benefícios a longo prazo, como redução de desperdícios e aumento da rentabilidade, justificam a adoção dessas tecnologias. A Pecuária 4.0, com sua integração de ferramentas digitais, está redefinindo o setor, tornando-o mais sustentável e competitivo. A conectividade no campo e a digitalização são tendências essenciais para o futuro da pecuária leiteira, garantindo uma produção eficiente e alinhada às demandas globais.

Palavras-chave: Pecuária leiteira. Inteligência Artificial. Robótica. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Dairy farming is an economic activity of great global relevance, facing challenges such as the increasing demand for food and the need for sustainability. Given the importance of incorporating new technologies in the context of dairy cattle farming, this study aims to present a literature review on the subject, addressing the main technological innovations available on the market for precision dairy farming. The adoption of innovative technologies, such as artificial intelligence (AI), sensors, robotics, and management programs, has transformed the sector, promoting greater efficiency, productivity, and milk quality. AI and sensors enable real-time monitoring of animal health and behavior, while robotics automates processes such as milking, reducing costs and improving animal welfare. Management programs integrate data and facilitate strategic decision-making, increasing transparency and traceability. Despite challenges such as initial costs and the need for training, the long-term benefits, such as waste reduction and increased profitability, justify the adoption of these technologies. Livestock 4.0, with its integration of digital tools, is redefining the sector, making it more sustainable and competitive. Connectivity in the field and digitalization are essential trends for the future of dairy farming, ensuring efficient production aligned with global demands.

Keywords: Dairy farming. Artificial Intelligence. Robotics. Sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	08
2	METODOLOGIA	09
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	09
3.1	Pecuária de Precisão	09
<i>3.1.1</i>	<i>Rastreamento e Monitoramento</i>	<i>10</i>
<i>3.1.2</i>	<i>Ordenha automática e robotizada</i>	<i>14</i>
<i>3.1.3</i>	<i>Nutrição de Precisão</i>	<i>15</i>
<i>3.1.4</i>	<i>Manejo de Precisão em Pastagens</i>	<i>16</i>
<i>3.1.5</i>	<i>Programas de Gestão</i>	<i>16</i>
<i>3.1.6</i>	<i>Desafios</i>	<i>17</i>
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A pecuária leiteira é uma das atividades econômicas mais importantes do mundo, com o leite sendo um dos alimentos mais consumidos globalmente. No Brasil, essa atividade desempenha um papel crucial, não apenas na economia, mas também no âmbito social, contribuindo significativamente para a geração de empregos diretos e indiretos, além de ser uma fonte essencial de renda e de otimização da mão de obra familiar no meio rural (KRUGER; BERGAMIN; GOLLO, 2021).

Em 2023, a pecuária de leite ocupou a quinta posição no ranking do Valor Bruto da Produção (VBP) da agropecuária brasileira. Embora os dados de 2024 indiquem uma leve queda no VBP do leite, o produto continua desempenhando um papel relevante na economia agropecuária do país (CNA BRASIL, 2024). No entanto, o setor enfrenta desafios significativos, como o crescimento populacional e a necessidade de aumentar a eficiência produtiva sem expandir a área utilizada para a pecuária. Assim, a adoção de inovações tecnológicas se torna imprescindível para melhorar a eficiência e a produtividade do setor (Vilela, 2016).

O conceito de Pecuária Leiteira de Precisão (PLP), também conhecida como "Internet das Coisas aplicada à pecuária", tem ganhado destaque. Segundo Borchers e Bewley (2015), a PLP pode ser definida como "o uso de tecnologia da informação e comunicação para melhor controle da variabilidade dos recursos físicos e animais em escala fina, com o objetivo de aperfeiçoar o desempenho econômico, social e ambiental da fazenda leiteira". Essa abordagem permite, por exemplo, melhorar a saúde dos animais por meio da prevenção de doenças, reduzir os impactos ambientais através de uma gestão mais eficiente dos recursos utilizados na produção de leite e otimizar a nutrição dos animais.

A adoção de tecnologias de precisão na bovinocultura traz benefícios que vão além do aumento da produtividade. Ela também contribui para a sustentabilidade do setor, reduzindo o desperdício de recursos naturais e minimizando os impactos ambientais. Além disso, promove o bem-estar animal, um aspecto cada vez mais valorizado pelos consumidores e pelas regulamentações internacionais (NEETHIRAJAN, 2020; VILELA, 2016).

Diante da importância da incorporação de novas tecnologias no contexto da bovinocultura leiteira, este trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre o tema, abordando as principais inovações tecnológicas e tendências para a pecuária leiteira e seus desafios, sendo relevante cientificamente ao apresentar um levantamento de forma condensada, mas crítica sobre a referida temática.

2 METODOLOGIA

Este trabalho trata-se de uma revisão da literatura sobre as inovações tecnológicas, tendências e seus desafios na pecuária leiteira. A revisão abrangeu trabalhos científicos publicados entre os anos de 2000 e 2024 e disponíveis nas bases de dados Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Scielo (Scientific Electronic Library Online) e Google Acadêmico.

Os artigos encontrados pela estratégia de busca foram primeiramente selecionados pela leitura de seus títulos e resumos, posteriormente foram lidos na íntegra para verificar a adequação ao tema de interesse, visando à seleção final do material para a elaboração do texto de revisão bibliográfica. A análise qualitativa dos dados permitiu organizar as informações por categorias temáticas, sendo a Pecuária de Precisão, Rastreamento e Monitoramento, Ordenha Automática e Robotizada, Nutrição de Precisão, Manejo de Precisão em Pastagens e Programas de Gestão.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Pecuária de Precisão

A Pecuária 4.0 ou Pecuária de Precisão envolve uma integração de diferentes tecnologias, como sensores, sistemas de monitoramento e automação, que colaboram para otimizar o manejo dos animais e a produção de alimentos (SANTA ANA E SORDI, 2021).

A pecuária de precisão tem se destacado como uma das mais importantes inovações tecnológicas no setor agropecuário, proporcionando melhorias significativas na gestão das propriedades leiteiras: o uso de IA no campo tem mostrado um grande potencial para transformar as práticas agrícolas e pecuárias, incluindo a pecuária leiteira, através da automação de processos, otimização de recursos e melhoria da qualidade de vida dos animais e produtores (SILVA *et al.*, 2023; TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Em um contexto mais amplo, o uso de IA no agronegócio está associado à transformação digital do setor, uma tendência que tem ganhado força nos últimos anos, especialmente com o advento da internet das coisas (IoT) e a expansão da conectividade no campo. A integração de dispositivos inteligentes e a utilização de redes de comunicação avançadas têm possibilitado a coleta e análise de grandes volumes de dados em tempo real, o que é essencial para a tomada de decisões estratégicas (COELHO, 2024).

3.1.1 Rastreamento e Monitoramento

O avanço das tecnologias de rastreamento e monitoramento na pecuária tem revolucionado a forma como os pecuaristas gerenciam suas propriedades, proporcionando um controle mais eficiente e preciso das atividades do rebanho. Entre as inovações mais notáveis está o uso de sensores e rastreadores, que permitem o monitoramento contínuo das condições de saúde, alimentação, localização e comportamento dos animais. Vale ressaltar que essas tecnologias otimizam a gestão das propriedades, melhoram a produtividade e contribuem para o bem-estar animal (VASCONCELOS *et al.*, 2020).

Com esses sistemas, é possível não só a localização em tempo real, mas também o monitoramento de variáveis ambientais que afetam diretamente a saúde e a produção dos bovinos, como a temperatura e a umidade do ambiente, bem como monitorar o desempenho do rebanho, identificar problemas de saúde precocemente e melhorar a eficiência do uso dos recursos, proporcionando aos produtores uma visão mais clara e detalhada do comportamento e das necessidades dos seus animais (SANTA ANA; SORDI, 2021).

O uso de sensores e automação no monitoramento das vacas tem sido adotado gradualmente no Brasil, inicialmente por produtores de maior porte e mais profissionalizados, se tornando uma tendência crescente, impulsionada pelo acesso facilitado a sensores mais potentes, duráveis, precisos e econômicos, que transformam a forma de manejar o rebanho e otimizar a produção (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

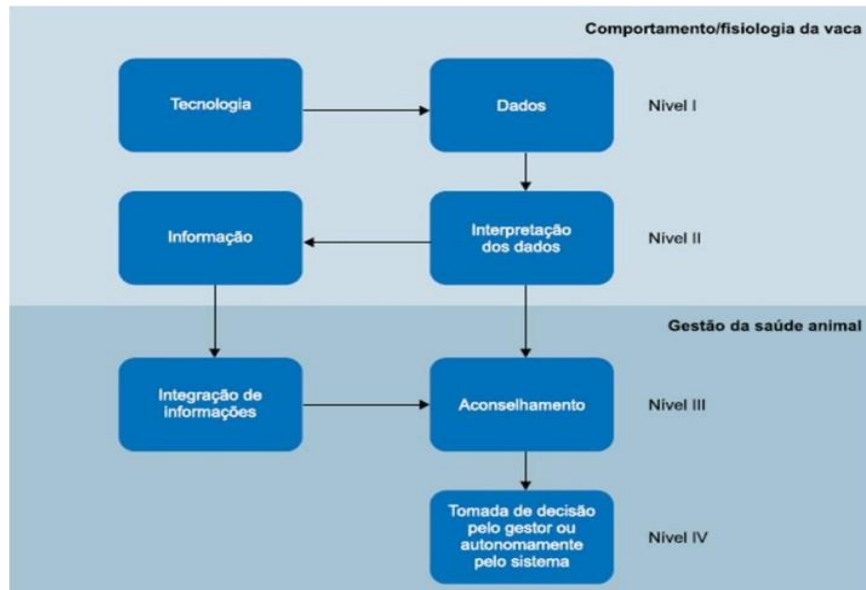
A base dessa transformação é o sistema de monitoramento por sensores, que é uma peça-chave da tecnologia de precisão. Os sensores desempenham um papel fundamental na coleta de dados sobre a produção de leite, saúde dos animais e condições ambientais.

Esses sistemas podem ser classificados em quatro níveis de desenvolvimento e utilização, desde a medição de parâmetros individuais da vaca até a tomada de decisão autônoma ou do gestor, garantindo que o processo seja eficiente e que o bem-estar do rebanho seja mantido. O monitoramento contínuo oferece uma visão detalhada sobre fatores como consumo de alimento, ruminação, composição do leite e até distúrbios metabólicos, permitindo intervenções mais rápidas e precisas (VELASCO ÁVILA, 2022).

De acordo com Rutten *et al.* (2013), os sistemas de monitoramento por sensores podem ser classificados em quatro níveis de desenvolvimento e utilização: (I) tecnologia através do sensor, que medem algum parâmetro individual da vaca, como por exemplo, consumo de alimento, gerando um conjunto de dados; (II) interpretação, que resume as alterações analisadas no conjunto de dados gerados pelo sensor, como redução de consumo alimentar; para produzir

uma informação sobre o status da vaca; (III) integração dessa informação gerada pelo sensor com outros dados, para propor um aconselhamento, por exemplo, da decisão se deve ou não operar a vaca doente; (IV) tomada de decisão pelo gestor da fazenda ou autonomamente pelo sistema (Figura 1).

Figura 1 Utilização dos sistemas de monitoramento por sensores na gestão de fazenda leiteira.



Fonte: Adaptado de Rutten *et al.*, 2013.

Por exemplo, o uso de sensores e câmeras, juntamente com algoritmos de aprendizado de máquina, tem permitido monitorar a saúde e comportamento dos animais de forma contínua e em tempo real, o que possibilita intervenções rápidas em casos de doenças ou condições abaixo do ideal (SOUZA *et al.*, 2024).

A aplicação de IA também tem sido fundamental na análise na bioclimatologia (estudo das condições ambientais ideais para o desenvolvimento e bem-estar dos animais), permitindo realizar simulações climáticas precisas ou monitorar esses parâmetros, de modo a ajudar os pecuaristas nas decisões sobre o melhor manejo das instalações e do ambiente, levando em consideração variáveis como temperatura, umidade e luminosidade, que afetam diretamente a saúde e a produtividade dos animais. Essa abordagem é particularmente relevante para a pecuária leiteira, onde o conforto térmico dos animais é um fator crítico para garantir a eficiência produtiva (PACHECO, 2019; VELASCO AVILA, 2022).

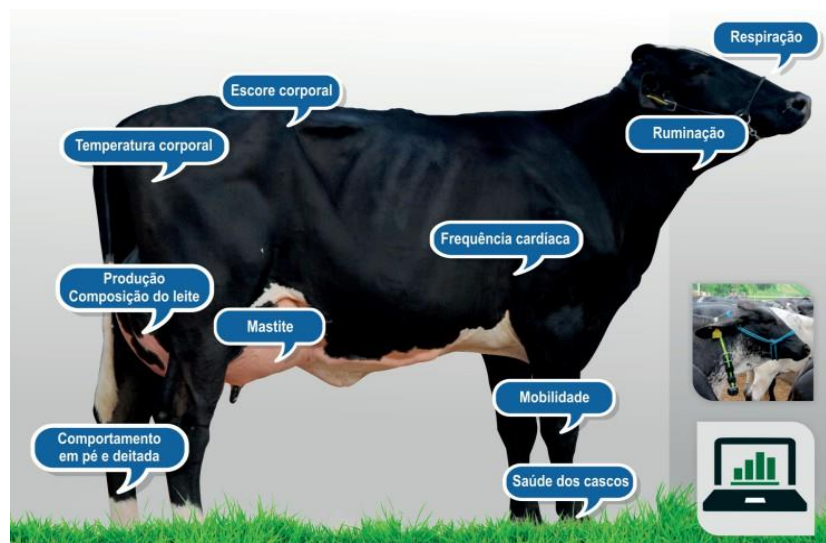
Os sensores podem ser classificados em robôs de ordenha de precisão, sistemas de alimentação, sensores de câmera ou visão, sensores de imagem térmica infravermelha, sensor

de temperatura, etiquetas, acelerômetro, sensores de movimento, pedômetros, sensores de visão mecânica de reconhecimento facial e microfones, onde medem ou detectam elementos biológicos, químicos ou físicos, o Big data armazena os dados, os algoritmos de IA e AM analisam os dados e fazem previsões e notificações caso haja algo anormal (NEETHIRAJAN, 2020).

Acelerômetros, colares, câmeras e microfones são comumente utilizados para reconhecer o comportamento e bem-estar dos animais, como por exemplo, por meio das câmeras se observa o comportamento do animal (agressividade, desconforto térmico, inquietação, dor, comportamentos anormais etc.) e os microfones detectam a frequência de vocalizações (MEEN *et al.*, 2015).

As principais variáveis monitoradas por meio de sensores são: produção, composição do leite, contagem de células somáticas (CCS), ruminação, parâmetros fisiológicos, consumo de alimentos e água e medidores de atividade dos animais, como pode ser visto na Figura 2 (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Figura 2 Variáveis monitoradas por meio de sensores.



Fonte: Teixeira *et al.*, 2018.

Silva (2023) discute a importância do rastreamento microbiológico e a relação com a qualidade do leite, destacando que o monitoramento rigoroso das condições de saúde das vacas é essencial para garantir um produto de alta qualidade, livre de contaminações, e que atenda aos padrões exigidos pelo mercado.

A gestão da inteligência artificial na agroindústria láctea tem ganhado destaque, especialmente na automação de processos e na melhoria da qualidade dos produtos, aprimorando o controle da ordenha e da pasteurização, garantindo maior qualidade e

conformidade com as normas sanitárias. Além disso, a tecnologia otimiza a logística de distribuição, melhorando o transporte e o armazenamento do leite, reduzindo perdas e aumentando a competitividade do setor (ARANTES, SILVA E DA SILVA JÚNIOR, 2024).

A rastreabilidade também contribui para a segurança alimentar, pois permite verificar a origem do leite e garantir que ele não seja contaminado por bactérias ou outros patógenos, um aspecto cada vez mais importante para atender à demanda do mercado global por alimentos de qualidade (COTTA *et al.*, 2020).

A tecnologia também se estende ao uso de plataformas digitais para rastreamento e gerenciamento de registros pecuários, como o eCattle, desenvolvida por De Assis Júnior (2020), utilizam contratos inteligentes para rastrear e registrar informações sobre o rebanho, como histórico de vacinação, tratamento e produção. Esse tipo de tecnologia permite um controle mais rigoroso e transparente sobre as práticas de manejo, o que é essencial para o aumento da confiança dos consumidores e a melhoria da qualidade do produto final. Além disso, a integração dessas plataformas com sensores e rastreadores oferece uma visão holística e em tempo real sobre a saúde e a produtividade do rebanho, permitindo ajustes imediatos no manejo conforme necessário.

A adoção de sensores e rastreadores também está diretamente relacionada ao aumento da sustentabilidade na pecuária, pois o monitoramento constante das condições dos animais e do ambiente, os produtores podem tomar decisões mais informadas sobre o uso de recursos naturais, como pastagens e água, e reduzir desperdícios. A pecuária de precisão contribui para a sustentabilidade ao otimizar a alimentação e melhorar a eficiência no uso de insumos, o que reduz o impacto ambiental das atividades agropecuárias. Além disso, o rastreamento de animais e a coleta de dados sobre o comportamento e a saúde dos bovinos permitem que os produtores detectem problemas antes que se tornem críticos, diminuindo a necessidade de tratamentos químicos e outros custos relacionados à saúde animal (CAVALCANTE FILHO *et al.*, 2023; SEVEGNANI, 2023).

A implementação dessas tecnologias também é um indicativo da transformação digital que o setor agropecuário está experimentando. A digitalização da pecuária, impulsionada pela IoT e pelo uso de plataformas digitais, está tornando o setor mais conectado e eficiente, trazendo benefícios não apenas para os produtores, mas também para a sociedade como um todo. A rastreabilidade e o uso de sensores são fundamentais para essa transformação, pois fornecem dados em tempo real, facilitando o gerenciamento e aumentando a transparência em toda a cadeia produtiva (CAVALCANTE FILHO *et al.*, 2023).

3.1.2 Ordenha automática e robotizada

O sistema de ordenha automático e robotizado se destaca como uma das inovações mais significativas nos últimos anos, proporcionando uma série de benefícios para os animais e para os produtores (RODRIGUEZ *et al.*, 2023).

A ordenha robotizada, por exemplo, oferece maior eficiência, redução de custos operacionais, melhoria na qualidade do leite e um impacto positivo no bem-estar dos animais. Essa tecnologia permite que os animais sejam ordenhados em seus próprios ritmos, com um controle preciso sobre a quantidade e a qualidade do leite produzido, o que contribui diretamente para a melhoria do desempenho da propriedade leiteira (SILVA, 2019; RODRIGUEZ *et al.*, 2023).

Esse sistema funciona de maneira autônoma, realizando o processo de ordenha sem a intervenção constante do operador, o que reduz o estresse tanto para o animal quanto para o trabalhador. A ordenha pode ocorrer várias vezes ao dia, sem que seja necessário monitoramento constante, sendo ajustado de acordo com as necessidades do rebanho. Permite uma coleta de dados detalhada sobre a produção de cada animal, o que ajuda os produtores a monitorar a saúde do rebanho, identificar anomalias e otimizar a alimentação e o manejo (CÓRDOVA, 2014; NETO, LOPES, 2014; ZACARON, 2017).

No sistema robotizado a ordenha é mais suave e eficiente, o que minimiza a chance de contaminação do leite e reduz a quantidade de resíduos deixados nos tetos das vacas. Além disso, permite um monitoramento contínuo da qualidade do leite, com a detecção precoce de problemas como mastite, que pode afetar a saúde das vacas e a qualidade do produto (COTTA *et al.*, 2020).

Embora os sistemas robotizados possam reduzir os custos operacionais a longo prazo, o investimento inicial pode ser elevado, o que pode ser uma barreira para muitos pequenos e médios produtores. Além disso, é necessário um treinamento adequado para que os trabalhadores possam operar e manter os equipamentos corretamente, o que demanda tempo e recursos. Apesar desses desafios, a tendência de adoção dessas tecnologias tem crescido, pois os benefícios a longo prazo, como a redução do trabalho manual, o aumento da eficiência e a melhoria da qualidade do leite, compensam os custos iniciais (FERREIRA, 2016; SANTA ANA; SORDI, 2021).

Além disso, o comportamento das vacas influencia a eficiência da ordenha robotizada. Segundo Rodriguez *et al.* (2023), algumas vacas se adaptam melhor ao sistema, enquanto outras são mais resistentes, devido a fatores como personalidade, saúde e ambiente.

Essas diferenças afetam a quantidade e qualidade da ordenha, exigindo uma gestão cuidadosa do rebanho e, em alguns casos, adaptações no sistema. Assim, é essencial que os produtores monitorem tanto os dados de produção quanto o comportamento dos animais para otimizar o desempenho da ordenha.

3.1.3 Nutrição de Precisão

A nutrição de precisão na pecuária leiteira é uma inovação que otimiza o desempenho das vacas, melhora a qualidade do leite e reduz custos operacionais. Sua aplicação envolve tecnologias avançadas e sistemas de monitoramento que personalizam a alimentação com base nas necessidades individuais dos animais, considerando fatores como fase de lactação, peso e condição corporal (SILVA *et al.*, 2021).

Sensores e monitoramento contínuo permitem ajustes precisos na dieta, otimizando a absorção de nutrientes e prevenindo doenças metabólicas, como a cetose, que afetam a produtividade leiteira (FERREIRA, 2020). Além disso, a nutrição de precisão contribui para a eficiência reprodutiva, garantindo que as vacas recebam os nutrientes necessários para a fertilidade e reduzindo custos com períodos de vazio reprodutivo (BERTOLINI *et al.*, 2023).

A integração com tecnologias ambientais assegura que as vacas sejam alimentadas em condições ideais, minimizando impactos negativos do clima e das instalações sobre a ingestão alimentar e produtividade (FERREIRA, 2020).

Além de aumentar a eficiência produtiva, a nutrição de precisão reduz desperdícios e a pegada de carbono da pecuária, tornando-a mais sustentável. O ajuste preciso da alimentação diminui o uso excessivo de ração e fertilizantes, otimizando recursos e mitigando impactos ambientais (CERVO, 2014).

Raças adaptadas ao clima tropical, como a Girolando, também se beneficiam dessa abordagem, permitindo dietas ajustadas às suas necessidades específicas e garantindo produção constante e de alta qualidade, independentemente das variações sazonais (AMORIM *et al.*, 2024).

Com a crescente digitalização da agropecuária, a adoção da nutrição de precisão no Brasil tem avançado, tornando a pecuária leiteira mais eficiente e competitiva, alinhada às exigências do mercado e à sustentabilidade (CERVO, 2014).

3.1.4 Manejo de Precisão em Pastagens

O manejo de precisão em pastagens, com tecnologias como IoT, drones e sensores, é uma das maiores inovações do setor agropecuário, tornando o controle das pastagens mais eficiente, produtivo e sustentável. A conectividade no campo é essencial para integrar essas ferramentas, permitindo monitoramento em tempo real e gestão otimizada da forragem, do solo, das condições ambientais e dos animais. O uso de sensores, imagens de satélite e dispositivos móveis possibilita um monitoramento contínuo, auxiliando na tomada de decisões estratégicas para a produção (BERNARDI *et al.*, 2024; VASCONCELOS *et al.*, 2020).

O uso de drones equipados com câmeras de alta resolução e sensores hiperespectrais, permitem mapear a saúde da pastagem, identificar áreas com deficiências nutricionais, avaliar a qualidade do solo e monitorar o comportamento do rebanho, além disso, os drones cobrem grandes áreas de forma rápida e econômica, otimizando o uso de recursos naturais e melhorando as condições ambientais das propriedades (GONÇALVES, 2023; VIEIRA, 2015).

A implementação do manejo de precisão também está diretamente relacionada à redução do impacto ambiental da pecuária. A utilização de tecnologias para monitoramento das pastagens permite otimizar a utilização de áreas de pastagem, evitando o sobrepastejo e a degradação do solo. O controle mais preciso da distribuição das forragens nas áreas de pastagem também reduz o desperdício de alimentos e o uso excessivo de insumos, como fertilizantes e pesticidas (BERNARDI *et al.*, 2024; KOLLING E RAMPIM, 2021).

Bolfe *et al.* (2020) e De Rezende (2020) ressaltam que a digitalização da produção agropecuária permite uma gestão mais integrada, eficiente e transparente, facilitando o acesso a mercados mais exigentes e com maior foco em práticas sustentáveis e responsáveis.

3.1.5 Programas de Gestão

Os programas de gestão têm se tornado ferramentas essenciais para o bom funcionamento de empresas e propriedades rurais, incluindo a pecuária leiteira, onde sua implementação pode transformar a maneira como os processos são conduzidos, melhorando a eficiência e a produtividade.

Eles abrangem uma série de funcionalidades como o monitoramento de custos, a gestão do estoque, o controle financeiro, o gerenciamento de funcionários e a análise de dados relacionados ao desempenho da produção. Esses programas, frequentemente integrados com

outras tecnologias digitais, como sensores, dispositivos IoT e plataformas de monitoramento, permitem que os produtores realizem uma gestão mais eficiente e estratégica, utilizando dados em tempo real para tomadas de decisões e otimizando seus processos operacionais (GONÇALVES, 2023).

As plataformas de gestão digital oferecem uma visão holística das operações, permitindo que os produtores monitorem não apenas os dados de produção, mas também aspectos importantes como a saúde dos animais, os custos de alimentação e os índices reprodutivos, o que permite aos produtores otimizar os recursos financeiros, gerenciar melhor o fluxo de caixa e planejar investimentos futuros de forma mais estratégica (TEIXEIRA *et al.*, 2018).

Os programas de gestão podem incluir funcionalidades de rastreabilidade, uma demanda crescente no mercado agropecuário, especialmente com o aumento da exigência por práticas mais transparentes e sustentáveis: permite que os consumidores acompanhem a origem do leite, a alimentação dos animais, os tratamentos realizados e outras informações relacionadas à produção, melhor gerenciamento do estoque e na logística, garantindo que o leite seja entregue aos pontos de venda de maneira pontual e em condições ideais (GONÇALVES, 2023; ROCHA *et al.*, 2020).

Isso é essencial não apenas para atender às exigências dos consumidores, mas também para garantir que a propriedade esteja em conformidade com as regulamentações de segurança alimentar e bem-estar animal (ROCHA *et al.*, 2020).

A gestão de funcionários é essencial na pecuária leiteira, mesmo com a automação reduzindo a necessidade de mão de obra direta. Programas de gestão auxiliam no controle de horários, atividades e treinamentos, garantindo que a equipe esteja preparada para as tecnologias e desafios diários. Além disso, contribuem para um melhor ambiente de trabalho e menor rotatividade, impactando positivamente a produtividade da propriedade (PAIVA *et al.*, 2015).

A análise de dados em programas de gestão, integrados a Big Data e inteligência artificial, permite previsões sobre o comportamento do rebanho, a produção de leite e as condições do mercado. Com base em dados históricos, esses sistemas ajudam na tomada de decisões, como ajustes na dieta ou manejo para evitar quedas na produção, aumentando a eficiência e reduzindo perdas (NEETHIRAJAN, 2020).

3.1.6 Desafios

Apesar dos avanços, ainda existem desafios a serem superados na implementação

de tecnologias digitais em propriedades rurais, especialmente nas mais afastadas e com pouca infraestrutura, pode enfrentar dificuldades relacionadas à conectividade, à capacitação dos produtores e aos custos iniciais de instalação. A falta de conhecimento sobre as tecnologias e as resistências culturais também podem representar obstáculos para a adoção dessas inovações. No entanto, à medida que as tecnologias se tornam mais acessíveis e a formação dos produtores evolui, espera-se que o uso de tecnologias de manejo na pecuária leiteira se expanda e se torne uma prática comum em propriedades de todos os tamanhos (BORCHERS; BEWLEY, 2015; RODRIGUES, 2023).

Além disso, as questões relacionadas à segurança da informação e à privacidade dos dados coletados por dispositivos conectados ao sistema de inteligência artificial também são preocupações crescentes, uma vez que o uso de dados sensíveis de propriedade dos produtores pode gerar riscos se não forem gerenciados corretamente. No entanto, apesar desses desafios, as perspectivas para a adoção de IA no setor agropecuário continuam a ser promissoras, com avanços tecnológicos contínuos que têm o potencial de transformar a pecuária de forma sustentável e eficiente (FOLETTTO, 2023).

Os desafios futuros da pecuária leiteira e do agronegócio estão ligados à inovação, sustentabilidade e adaptação a um mercado cada vez mais exigente. A demanda por alimentos de qualidade, a pressão por práticas sustentáveis e as mudanças climáticas criam desafios, mas também oportunidades para transformar o setor. A adoção de tecnologias como inteligência artificial, automação e análise de dados pode ser decisiva, desde que os produtores consigam adaptá-las às suas realidades (RODRIGUES., 2023).

A sustentabilidade será um grande desafio na produção de leite, devido ao alto impacto ambiental e à dependência de recursos naturais e condições climáticas. A pressão para reduzir a pegada de carbono e otimizar o uso desses recursos tende a crescer. Tecnologias de precisão, como manejo otimizado de pastagens, nutrição personalizada e monitoramento da saúde e produtividade dos animais, são soluções promissoras para mitigar esses impactos (TEIXEIRA *et al.*, 2018; VIEIRA FILHO, 2010).

A escassez de mão de obra qualificada é um desafio para a pecuária leiteira e embora a automação reduza a necessidade de trabalhadores, a operação e manutenção de sistemas avançados exigem profissionais capacitados. Para maximizar os benefícios dessas inovações, será fundamental investir na capacitação contínua e no desenvolvimento de habilidades específicas (NEETHIRAJAN, 2020).

Regulamentações e políticas públicas trarão tanto desafios quanto oportunidades ao setor leiteiro. Políticas que incentivem tecnologias sustentáveis e a digitalização serão

essenciais para garantir crescimento competitivo e sustentável. O apoio governamental por meio de subsídios, incentivos fiscais e linhas de crédito pode acelerar a transformação digital, mas será necessário um marco regulatório adaptado às novas realidades tecnológicas e ambientais, promovendo práticas sustentáveis (ROCHA *et al.*, 2020).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pecuária leiteira está passando por uma revolução tecnológica que redefine os padrões de produção e gestão. A adoção de tecnologias de precisão, como IA, sensores, robótica e programas de gestão, não apenas aumenta a produtividade e a qualidade do leite, mas também promove a sustentabilidade e o bem-estar animal. Para garantir o sucesso dessa transformação, é essencial que os produtores, governos e instituições de pesquisa trabalhem juntos para superar os desafios e maximizar os benefícios dessas inovações. Dessa forma, a pecuária leiteira poderá continuar a desempenhar um papel crucial na segurança alimentar global, atendendo às demandas de uma população em crescimento de maneira eficiente e responsável.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, T. N. *et al.* **Girolando, a raça leiteira dos trópicos.** 2024. TCC (Zootecnia). Escola de Ciências Médicas e da Vida. Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC. Disponível em <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/8540>> Acesso 08 jun. 2024.
- ARANTES, M. C. S.; SILVA, E. A.; DA SILVA JÚNIOR, A. C. Gestão da inteligência artificial na agroindústria do setor lácteo: propostas, desafios e perspectivas. **Revista de Administração e Contabilidade da FAT**, v. 16, 2024. Disponível em <<https://reacfat.com.br/index.php/reac/article/view/330>> Acesso em 08 jun. 2024.
- ASSIS JÚNIOR, N. R. **eCattle: Uma plataforma para rastreamento e gerenciamento de registros pecuários utilizando contratos inteligentes.** 2024. Dissertação (Ciência e Tecnologia da Computação). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Computação. Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI. Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/620163639.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2024.
- BERNARDI, A. C. C. *et al.* **Tecnologias de pecuária de precisão para o manejo de pastagens e animais.** In: BASSOI, L. H.; BERNARDI, A. C. de C.; VAZ, C. M. P.; PIRES, J. L. F.; GEBLER, L.; JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. (ed.). **AGRICULTURA DE PRECISÃO: Um Novo Olhar na Era digital.** São Carlos, SP: Editora Cubo, 2024. cap. 69. p. 623-635. Disponível em <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1170684/1/TecnologiasPecuariaPrecisao.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2024.
- BERTOLINI, G. D. *et al.* **Estratégias de manejo reprodutivo na bovinocultura leiteira para maximização da eficiência reprodutiva.** 2023. TCC (Zootecnia). Escola de Ciências Médicas e da Vida. Pontifícia Universidade Católica de Goiás - PUC. Disponível em <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/7335>> Acesso em: 08 jun. 2024.
- BOLFE, E. L. *et al.* **Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil.** 2020. Cap. 16, p. 380-406. In: FONSECA, S. M. *et al.* **Agricultura digital : pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas.** Brasília, DF : Embrapa, 2020. 406 p. Disponível em <<https://core.ac.uk/download/pdf/343461176.pdf#page=381>> Acesso em: 08 jun. 2024.
- BORCHERS, M. R.; BEWLEY, J. M. An assessment of producer precision dairy farming technology use, prepurchase considerations, and usefulness. **Journal of Dairy Science**, v. 98, n. 6, p. 4198–4205, 2015. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030215002490>> Acesso em 15 jul. 2024.
- CAVALCANTE FILHO, P. G. *et al.* **Adoção de tecnologias digitais em confinamentos no Brasil: uma análise de adotantes pioneiros.** In: 61º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural – SOBER. De 23 a 27 de Julho de 2023 Piracicaba - SP. Disponível em <<https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Cavalcante-Filho/publication/373529762>> Acesso em: 08 jun. 2024.

CERVO, H. J. **Fatores intrínsecos à produção, o uso da inseminação artificial e os objetivos de seleção na pecuária leiteira do Sul do Brasil.** 2014. Tese (Doutorado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.. Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/108931>> Acesso em: 08 jun. 2024.

CNA BRASIL. **VBP do leite tem leve queda em 2024.** 2024. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/storage/arquivos/pdf/CT-CNA-VBP-17julho2024.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2025.

COELHO, F. M. **Inteligência Artificial aplicada ao agronegócio: uma revisão acerca dos resultados obtidos após sua implementação.** 2024. TCC (Bacharelado em Engenharia Ambiental) - Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Sorocaba, 2024. Disponível em <<https://repositorio.unesp.br/items/7557bb7e-da10-48ce-bdda-11c7751f356c>> Acesso em: 08 jun. 2024.

CÓRDOVA, H. A. **Sistema de ordenha robotizado.** MilkPoint. 2014. Disponível em <<https://www.milkpoint.com.br/canais-empresariais/delaval/sistema-de-ordenha-robotizado-91446n.aspx>> Acesso em: 08 jun. 2024.

COTTA, L. *et al.* **Produção de leite com qualidade, o que precisamos saber.** Editora Scienza, 2020. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/MarcosMarcondes/publication/341034462_Producao_de_leite_com_qualidade_o_que precisamos_saber/links/5f858a2a458515b7cf7c661a/Producao-de-leite-com-qualidade-o-que-precisamos-saber.pdf> Acesso em: 08 jun. 2024.

FERREIRA, D. M. B. **Impacto da melhoria das condições ambientais de vacas na produtividade leiteira.** 2020. TCC (Medicina Veterinária). Centro Universitário de Barra Mansa. Disponível em <<http://aete.ubm.br:8081/repositorio/handle/123456789/357>> Acesso em 15 jul. 2024.

FERREIRA, N. O. **Requisitos para um processo de ordenha mecânica automatizada.** TCC (Engenharia da Computação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco. 2016. Disponível em <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14636>> Acesso em: 08 jun. 2024.

FOLETTI, L. M. **A transformação digital no agronegócio brasileiro: estudo de caso da implementação de uma solução de internet das coisas em sistema Compost Barn.** 2023. TCC (Engenharia da Computação). Universidade Federal de Santa Maria. Disponível em <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/31131>> Acesso em: 08 jun. 2024.

GONÇALVES, J. V. F. **Impacto do uso do drone na agricultura e pecuária: Revisão Bibliográfica.** 2023. TCC (Engenharia Agrônômica) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal-SP. Disponível em <<https://repositorio.unesp.br/items/def563d9-c5f9-4b19-a021-76e279d18cf7>> Acesso em: 08 jun. 2024.

KOLLING, C. E.; RAMPIM, L. **Agricultura de precisão e digital: Perspectivas e desafios dos produtores rurais do estado do paraná.** Uningá Review, v. 36, p. eURJ3981, 2021.

Disponível em <<https://revista.uninga.br/uningareviews/article/view/3981>> Acesso em: 08 jun. 2024.

KRUGER, S. D., BERGAMIN, W., GOLLO, V. Economic and financial viability of the dairy activity in the grazing system and Compost Barn. **Custos e Agronegócio On Line**, 17, 87-108. 2021. Disponível em <<https://www.custoseagronegocioonline.com.br/especialv17/OK%20%20barn%20english.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2024.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Valor Bruto da Produção Agropecuária. Brasília, DF, 2020. Disponível em <<https://www.gov.br/agricultura/ptbr/assuntos/noticias/vbp-e-estimado-em-r-689-97-bilhoes-para2020/202003VBPelaspeyresagropecuariapdf.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2024.

MEEN, GH.; SCHELLEKENS, M.A.; SLEGGERS, M.H.M.; LEENDERS, N.L.G. Sound analysis in dairy cattle vocalisation as a potential welfare monitor. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 118, p. 111–115, 2015. 34. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168169915002549>> Acesso em 29 jul. 2024.

NEETHIRAJAN, S. The role of sensors, big data and machine learning in modern animal farming. **Sensing and Bio-Research**, v. 29, p. 1–8, 2020. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214180420301343>> Acesso em 29 jul. 2024.

NETO, A. F.; LOPES, M. A. Uso da robótica na ordenha de vacas leiteiras: uma revisão. **Arch Latinoam Prod Anim**, v. 22, n. 3, p. 101-7, 2014. Disponível em <<https://www.professormarcosaurelio.com.br/wp-content/uploads/2017/08/7-3-105-Revisao-sobre-robotica-na-ordenha.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2024.

PACHECO, V. M. **Desenvolvimento de classificador de conforto térmico para bovinos de leite utilizando modelagem computacional e termografia de infravermelho**. 2019. Tese de Doutorado. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Universidade de São Paulo. Disponível em <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-03122019-153914/en.php>> Acesso em: 08 jun. 2024.

PAIVA, C. A. V. *et al.* Sistema de ordenha automático. **Cad. Técn. Vet. Zoot.**, p. 41-53, 2015. Disponível em <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-829>> Acesso em: 08 jun. 2024.

REZENDE, L. L. **Proposta de Arquitetura de IoT para digitalizar e aprimorar o manejo da bovinocultura de corte**. 2022. Monografia. MBA em Internet of Things. Programa de Educação Continuada em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em <https://pecepoli.com.br/m_files/00074230_000444_monografia01.pdf> Acesso em: 08 jun. 2024.

ROCHA, D. T.; CARVALHO, G. R.; RESENDE, J. C. Cadeia produtiva do leite do Brasil: produção primária. **Circular Técnica 123**, Juiz de Fora, Minas Gerais, 2020.

RODRIGUES, D. C. **Utilização de Inteligência Artificial na bovinocultura de corte**. 2023.

TCC (Zootecnia). Escola de Ciências Médicas e da Vida. Pontifícia Universidade Católica de Goiás. Disponível em <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/6249>> Acesso em: 08 jun. 2024.

RODRIGUEZ, F. A. N. *et al.* Correlações entre características de ordenabilidade e comportamento de vacas ordenhadas em sistemas robotizados. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 5, p. 1683-1696, 2023. Disponível em <<https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/46594>> Acesso em: 08 jun. 2024.

RUTTEN, C. J. *et al.* Invited review: Sensors to support health management on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, v. 96, p. 1928-1952, 2013. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030213001409>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SANTA ANA, R. S.; SORDI, V. r F. Tecnologias de pecuária de precisão no contexto da pecuária 4.0. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovação (EIGEDIN)**, v. 5, n. 1, 2021. Disponível em <<https://desafioonline.ufms.br/index.php/EIGEDIN/article/view/13855>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SEVEGNANI, K. B. Zootecnia de precisão: Desafios para a produção animal. In: **Tecnologia e Inovação na agricultura: aplicação, produtividade e sustentabilidade em pesquisa**. Editora Científica Digital, 2023. p. 258-271. Disponível em <<https://downloads.editoracientifica.com.br/articles/221010479.pdf>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SILVA, A. M. *et al.* Uso de Inteligência Artificial na Pecuária: Revisão de literatura. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, p. e6612440777, 2023. Disponível em <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/40777>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SILVA, D. M. **Utilização de ordenha robotizada em propriedade leiteira na serra gaúcha**. 2019. TCC (Zootecnia). Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/handle/10183/20682>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SILVA, E. P. R.. **Rotina de inspeção da qualidade de leite fluído e rastreamento de contaminação microbiológica de queijo tropical ralado**. TCC (Medicina Veterinária) Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, 2023. Disponível em <<http://umbu.uft.edu.br/handle/11612/6355>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SILVA, L. F. F. *et al.* **Pecuária leiteira de precisão**. TCC (Zootecnia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Ceres. 2021. Disponível em <<https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/1918>> Acesso em: 08 jun. 2024.

SOUZA, L. L. *et al.* Inteligência artificial aplicada à bioclimatologia e comportamento animal. **Revista Encontros Científicos UniVS**. v. 6, n. 2, 2024. Disponível em <<https://rec.univs.edu.br/index.php/rec/article/view/380>> Acesso em: 08 jun. 2024.

TEIXEIRA, V. A. *et al.* **Pecuária leiteira de precisão: uso de sensores para**

monitoramento e detecção precoce de alterações na saúde de bovinos leiteiros. Juiz de Fora : Embrapa Gado de Leite, 2018. 19 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 227). Disponível em <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1093241/pecuaria-leiteira-de-pre-cisao-uso-de-sensores-para-monitoramento-e-deteccao-precoce-de-alteracoes-na-saude-de-bo-vinos-leiteiros>> Acesso em: 08 jun. 2024.

VASCONCELOS, A. S. *et al.* **Plataforma IOT para rastreamento e monitoramento para bovinos a pasto.** 2020. Tese (Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Disponível em <<https://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/19874>> Acesso em: 08 jun. 2024.

VELASCO AVILA, J. A. **Uso de métodos de inteligência artificial na avaliação animal.** 2022. TCC (Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas. Dracena - UNESP Disponível em <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/235915>> Acesso em: 08 jun. 2024.

VIEIRA, F. M. C. Tecnologia de precisão para a produção de pastagens. **III Simpósio de Produção Animal a Pasto**, p. 89, 2015. Disponível em <https://www.researchgate.net/profile/Wagner-Paris/publication/292158165_Simposio_de_Producao_Animal_a_Pasto/links/56c3216e08ae60234250> Acesso em: 08 jun. 2024.

VIEIRA FILHO, J. E. R. (2010). Trajetória Tecnológica e Aprendizado no Setor Agropecuário. In: GASQUES, J. G; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Org). **A Agricultura Brasileira: Desempenho, Desafios e Perspectivas.** Brasília: IPEA, 298. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/235987090_Trajectoria_tecnologica_e_aprendizado_no_setor_agropecuario> Acesso em: 08 jun. 2024.

VILELA, D. (Ed.). **Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos.** Embrapa, 2016. Cap. 7, p. 137-142. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/319130171_A_pecuaria_de_leite_no_Brasil_cenarios_e_avancos_tecnologicos> Acesso em: 08 jun. 2024.

ZACARON, W. N. Escore de esfíncter de tetos e sua relação com o uso do extrator automático de ordenha. **Seminário de Iniciação Científica e Seminário Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão (SIEPE)**, 2017 Disponível em <<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/vti-829>> Acesso em: 08 jun. 2024.