Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.03, 2025
ISSN 2178-6925

EVOLUÇÃO, TRANSPARÊNCIA E SUSTENTABILIDADE NA CADEIA PRODUTIVA DE CARNE

EVOLUTION, TRANSPARENCY AND SUSTAINABILITY IN THE MEAT PRODUCTION CHAIN

Mayza Beckman Martins
Discente do Curso de Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: mayzabeckmanmartins@gmail.com

Giulliana Barbosa Soares
Discente do Curso de Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: barbosasoaresgiulliana@gmail.com

Vinícius Andrade da Silva
Discente do Curso de Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: viniciusandrade7804@gmail.com

Kauanny Vasconcelos Ferreira
Discente do Curso de Bacharelado em Zootecnia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-IFTO-Campus Palmas/TO, Brasil,
e-mail: kauannyferreira2006@gmail.com

Otavio Cabral Neto
Docente do da Àrea de Recursos Naturais, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO - Campus Palmas /TO, Brasil,
e-mail: otavio.neto@ifto.edu.br

Resumo

O artigo investiga o impacto das tecnologias Blockchain e Big Data na zootecnia, com ênfase na rastreabilidade e transparência da cadeia produtiva da carne bovina. O setor agropecuário tem adotado inovações digitais para aprimorar a produtividade e fornecer informações precisas sobre a origem dos produtos. Dentre as tecnologias destacam-se RFID, QR Codes, Blockchain e Big Data, que permitem maior controle e eficiência na produção. O Blockchain estabelece um registro imutável e descentralizado, incrementando a confiança do consumidor ao possibilitar a rastreabilidade completa do produto, desde a criação até a comercialização. Esta tecnologia fortalece a segurança alimentar e aprimora a gestão da produção ao integrar dispositivos IoT, minimizando desperdícios e otimizando recursos. O Big Data, por

sua vez, analisa grandes volumes de dados em tempo real, auxiliando na previsão de patologias, no monitoramento do comportamento animal e na melhoria da nutrição e reprodução dos rebanhos. A combinação dessas tecnologias resulta em um sistema eficiente, promovendo transparência e sustentabilidade na produção animal. Entretanto, desafios como o elevado custo de implementação, a necessidade de capacitação dos produtores e a infraestrutura limitada no meio rural dificultam sua adoção em larga escala. Pequenos produtores enfrentam barreiras financeiras e a rápida evolução tecnológica pode tornar equipamentos obsoletos. Apesar dos desafios, o artigo conclui que a integração do Blockchain e Big Data tem grande potencial para transformar a zootecnia, promovendo eficiência, rastreabilidade e sustentabilidade na produção de carne bovina.
Palavras–chave: blockchain; rastreabilidade; big data; zootecnia; tecnologia. .

Abstract

The article investigates the impact of Blockchain and Big Data technologies on animal husbandry, with an emphasis on the traceability and transparency of the beef production chain. The agricultural sector has adopted digital innovations to improve productivity and provide accurate information about the origin of products. Among the technologies highlighted are RFID, QR Codes, Blockchain, and Big Data, which allow for greater control and efficiency in production. Blockchain establishes an immutable and decentralized record, increasing consumer trust by enabling full traceability of the product from creation to commercialization. This technology strengthens food safety and improves production management by integrating IoT devices, minimizing waste, and optimizing resources. Big Data, in turn, analyzes large volumes of data in real-time, aiding in the prediction of diseases, monitoring animal behavior, and improving herd nutrition and reproduction. The combination of these technologies results in an efficient system, promoting transparency and sustainability in animal production. However, challenges such as the high cost of implementation, the need for training producers, and limited infrastructure in rural areas hinder its widespread adoption. Small producers face financial barriers, and the rapid technological evolution can make equipment obsolete. Despite the challenges, the article concludes that the integration of Blockchain and Big Data has great potential to transform animal husbandry, promoting efficiency, traceability, and sustainability in beef production.
Keywords: blockchain; traceability; big data; zootechnics; technology

1. INTRODUÇÃO

Para um novo salto de produtividade, o setor agro investe em tecnologias digitais, que têm revolucionado a produção de alimentos no Brasil e no mundo. Dessa forma facilitando o manejo na agropecuária e levando informação ao consumidor. Visando este suprimento, a rastreabilidade animal apresenta grande relevância no mercado atual. Entende-se como rastreabilidade a possibilidade de traçar o caminho percorrido por um produto em todas as fases de sua cadeia de produção, o que permite verificar se foram adotados os cuidados que garantem a qualidade e segurança desse produto (Manave & Monteiro, 2021).

O setor de carne bovina no Brasil tem se destacado, pois elevou significativamente os níveis de qualidade e produtividade deste mercado. Para o produtor tem sido um grande desafio implementar práticas sustentáveis à bovinocultura de corte, devido ao maior investimento necessário, adaptação no manejo, e complexidade na inserção desses sistemas. O rebanho bovino brasileiro cresceu 1,6%

em 2023 e atingiu um novo recorde, de 238,6 milhões de cabeças. É o maior patamar da série histórica da Pesquisa da Pecuária Municipal (PPM), iniciada em 1974, desta forma, reafirmando sua já estabelecida competitividade internacional (IBGE, 2024).

Atualmente há algumas tecnologias relacionadas à rastreabilidade, como a RFID (Identificação por Radiofrequência), Microchips, Sistemas de Identificação Visual (Código de Barras e QR Codes), Blockchain, Big Data, Sistemas de Informação Geográfica (GIS), Sistema de Identificação e Certificação (Sisbov no Brasil). Uma das inovações tecnológicas revolucionárias com aplicação em diversos setores que fornece eficiência e transparência, é o Blockchain, que possibilita o consumidor ter o acesso à informação do produto ao longo de toda a cadeia produtiva, trazendo confiança e segurança de informação, com a garantia de qualidade da carne bovina, diante das vantagens do blockchain é notório o potencial desta tecnologia para a rastreabilidade das cadeias de produção (Shew *et al.*, 2022). Pode-se integrar juntamente com o Blockchain, a tecnologia Big Data, que se refere à coleta, armazenamento, organização, análise e interpretação de grande volumes de dados, tornando-se essencial para tomar decisões estratégicas e assertivas.

Esta revisão tem por objetivo verificar e estudar como as ferramentas de blockchain e big data podem ser aplicadas na zootecnia, destacando seus benefícios, desafios e potencial impacto na produção animal, focando em suas vantagens para a rastreabilidade e a transparência ao longo da cadeia produtiva da carne bovina.

2. METODOLOGIA

Este estudo propôs-se a conduzir um levantamento acerca de pesquisas voltadas à implementação de tecnologias atuantes no que se refere à transparência, entre o produtor e o consumidor, direcionando-se a produtos de origem animal. Foram utilizados como materiais-base artigos científicos encontrados no Periódicos Capes e Google Acadêmico. As buscas foram iniciadas a partir das palavras-chave: “blockchain”, “blockchain technology”, “Zootecnia”, “big data” e “tecnologias agronegócio”. Após estas pesquisas, foram encontrados 2.110 documentos que tratavam do assunto desejado, dos quais selecionamos 29 documentos para serem utilizados nesta revisão.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Introdução à Zootecnia e às Novas Tecnologias

As primeiras definições de Zootecnia nos dicionários de língua portuguesa conferiam a esta o atributo de “Arte de criar os animais”. Nos tratados linguísticos atuais, seu significado foi reduzido para “Estudo científico da criação e aperfeiçoamento dos animais domésticos”. A Arte, em sua abstração e amplitude, foi suplantada pela Ciência, em uma aparente busca por mais status ou pretenso domínio do conhecimento avançado (Ferreira *et al*., 2006).

O termo Zootecnia surgiu pela primeira vez em 1842 na França, por Adrien Étienne Pierre, para definir “a ciência aplicada que estuda e aperfeiçoa os meios de promover a adaptação econômica do animal ao ambiente criatório e deste ambiente ao animal”. Sendo o primeiro a compreender a arte de criar animais, um objeto próprio da ciência e independente da agricultura. Em 1849 o naturalista (biólogo) Emile Baudement ocupou a nova cátedra e começou a formular o corpo de doutrinas com base científica e a ensinar a Zootecnia A profissão foi regulamentada em 4 de dezembro de 1968 pela lei federal nº. 5.550/1968 (Wittmann, 2021) .

No Brasil, a criação do primeiro curso de graduação em zootecnia foi pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, em Uruguaiana, no dia 13 de maio de 1966, apesar dos protestos de outras profissões. Um dos marcos na história da zootecnia no Brasil é, sem dúvida, a criação da Associação Brasileira de Zootecnistas, a ABZ. Não seria possível descrever as conquistas e lutas da órbita profissional, nem a agenda política que conforma os embates contemporâneos, sem mencionar o papel que a ABZ representa para os zootecnistas brasileiros e seu pensamento estratégico para o futuro da profissão (Ferreira *et al*., 2006).

As novas tecnologias aplicadas na zootecnia abrangem desde a automação e robótica até técnicas avançadas de genética e nutrição de precisão. Sensores, softwares de monitoramento e dispositivos de rastreamento têm permitido um acompanhamento mais detalhado e eficiente dos rebanhos, facilitando intervenções rápidas e eficazes. Inovações em tecnologias de informação aplicadas ao meio rural podem contribuir a fim de aumentar a quantidade, a qualidade e a inserção dos produtos agropecuários no mercado, pelo acesso às informações sobre preços, sobre quantidades e padrão de qualidade demandados pelos potenciais compradores (Bambini *et al*., 2014).

A utilização de sensores, câmeras e dispositivos de rastreamento está se tornando comum para monitorar o comportamento e a saúde dos animais por meio de sistemas. Estes dispositivos fornecem dados valiosos que ajudam os produtores a identificar rapidamente sinais de doenças, estresse e produtividade da propriedade, permitindo intervenções rápidas e eficazes para garantir o bem-estar animal.O desenvolvimento e crescimento do setor demandam planejamento e adoção de novas tecnologias, pesquisas e métodos capazes de atender ao interesse globalizado pelo Brasil, gerando, assim, novas oportunidades de mercado (Merigui *et al.*,2022)

3.2 Blockchain na Zootecnia

A adoção do uso da tecnologia blockchain na zootecnia apresenta uma série de benefícios, em especial na área da rastreabilidade e transparência dos processos produtivos. O blockchain possibilita o registro permanente de cada etapa da cadeia produtiva, desde o nascimento dos animais até a chegada dos produtos ao consumidor final. Essa rastreabilidade integral não apenas aumenta a confiança do consumidor na origem e qualidade dos produtos de origem animal, mas também fortalece a segurança alimentar ao permitir um retorno rápido e preciso em caso de contaminações ou recalls. Além disso, a automatização de processos e o monitoramento em tempo real, facilitados pela integração com dispositivos IoT, aprimoram a gestão de recursos e reduzem desperdícios, promovendo uma produção mais eficiente e sustentável. Com a garantia de práticas éticas e sustentáveis, a tecnologia blockchain se torna uma ferramenta indispensável para atender às crescentes demandas por transparência e qualidade no setor zootécnico (EMBRAPA, 2024).

O blockchain nada mais é do que um registro digital descentralizado e público de transações, organizadas em blocos encadeados uns aos outros. Essa tecnologia oferece segurança, transparência e confiabilidade, permitindo que as transações sejam registradas de forma imutável e verificável sem a necessidade de uma autoridade central. Uma vez que uma transação é registrada em um bloco do blockchain, ela se torna praticamente impossível de ser alterada, tendo sido validada pelos seus participantes e totalmente criptografada (Bessa *et al.*, 2023).

Imagine você chegar no mercado, pegar seu celular e escanear um simples QR Code na embalagem do seu hambúrguer ou outro produto do seu desejo, e ter acesso a toda a cadeia produtiva de forma detalhada ali mesmo na tela do seu celular. É isso que a blockchain visa a possibilitar, você teria acesso a informações como: A fazenda

de onde veio o boi, se ela adota práticas amigáveis ao meio ambiente, a alimentação do boi, o tipo de pasto, a soja ou outro alimento que foi dado ao animal, o método do abate do boi, a vacinação que ele fez ou deixou de fazer, enfim. O acesso permite uma rastreabilidade sem precedentes na história da indústria (Albertini *et al.,* 2024).

O blockchain foi inicialmente aplicado ao mercado financeiro e atualmente se faz presente em vários outros setores que demandam por serviços de rastreabilidade, dentre eles a agropecuária. A utilização do blockchain na agropecuária, com sua natureza inviolável e distribuída, auxilia na superação de algumas limitações enfrentadas no setor, como, a quantidade e a pluralidade dos dados, a complexidade das cadeias produtivas e a sensibilidade ao tempo (Zanetoni *et al*., 2023).

Em se tratando de sustentabilidade e considerando que a mesma está intimamente relacionada à visibilidade e à rastreabilidade das operações, a Tecnologia Blockchain pode desempenhar papel inovador para viabilizá-la, já que proporciona maior rastreabilidade, responsabilidade e sustentabilidade no contexto das cadeias de suprimentos, oferecendo oportunidades reais para a melhoria do desempenho (Jraisat *et al*., 2022).

Avaliou-se o custo de implantação, o alcance e o impacto deste sistema aos consumidores, levando em consideração o perfil socioeconômico destes. Após a caracterização socioeconômica, os consumidores comunicaram que a rastreabilidade da carne bovina é de grande importância para eles, e se mostraram dispostos a pagar pelo menor valor proposto para obter o uso do sistema blockchain. Os consumidores deram credibilidade ao sistema, julgando que as informações a respeito da carne bovina eram de fácil entendimento, e reconheceram a facilidade em acessar o sistema. O custo varia de acordo com a quantidade de animais rastreados, e foi inferior a 1% do valor comercial da carne (Zanetoni *et al.,* 2023).

3.3 Big Data na Zootecnia

O big data é uma inovação que reúne grande volumes de dados, além disso, outras variáveis importantes compõem essa tecnologia, como a variedade de dados e a velocidade em tempo real. Dessa forma, esses macro dados (termo que também pode ser utilizado) estão trazendo singularidades para a zootecnia, transformando a maneira como a produção animal é gerenciada. A modelagem de big data permite o aumento da eficiência da tecnologia de sensores a partir da provisão de resultados preditivos que contribuem para a tomada de decisão dos produtores (Koltes *et al*., 2019).

A coleta de dados massivos, na produção animal envolve diversos métodos que permitem monitorar, registrar e analisar as informações, esses métodos são, Sensores e Dispositivos IoT (internet das coisas), que consiste em sensores acoplados a animais para monitorar atividades como ingestão de alimentos, comportamento, localização, entre outros; Etiquetas RFID e GPS, para rastreamento individual de animais e controle de inventário; Equipamentos Automatizados, sistema de ordenha robótica que registram a produção de leite, comedouros e bebedouros automáticos que medem o consumo de alimentos e água e Sistemas de Gestão Agrícola, que são softwares que integram dados gerados em tempo real com informações, como registros de reprodução, saúde e produtividade. Por meio do aproveitamento desse potencial e da aplicação de métodos avançados de análise de dados, baseados em inteligência artificial, é possível promover avanços significativos nos padrões, atendendo às necessidades dos produtores na busca pelo cuidado e bem-estar dos animais (Neethirajan *et al.,* 2022).

Utilizando o big data é possível fazer análises preditivas, que permite prever problemas de forma mais precisas e proativas, algumas maneiras pela quais essas análises preditivas estão sendo usadas são para Saúde animal, na detecção de doenças e avaliação do estado imunológico; Produtividade, possibilitando análise de dados genéticos e de manejo; Monitoramento do comportamento e condições climáticas através de sensores de microclima. As tecnologias empregadas nesse meio podem ser a inteligência artificial (IA) e Machine Learning, internet das coisas (IoT), Cloud Computing e o blockchain, garantindo a rastreabilidade e transparência ao longo da cadeia. (Lal *et al.* 2022) indicou que o uso de novas tecnologias baseadas em inteligência artificial tem se desenvolvido muito rápido e que no futuro será muito prático a utilização de bases de dados para atuar na pecuária.

A tomada de decisões baseadas em dados é uma das maiores vantagens do Big Data na produção animal, sendo assim muito conveniente na zootecnia. Alguns exemplos de como as análises podem ajudar os produtores a tomar decisões precisas e eficazes são: Gestão de saúde animal; Alimentação e Nutrição, com observação de dados de consumo de alimentos, crescimento e produção; Reprodutividade, monitorando os ciclos reprodutivos e dados hormonais que ajudam a prever os melhores momentos para inseminação, aumentando as taxas de sucesso; Logística e Cadeias de Suprimento, através de análises de dados de transportes e distribuição para garantir a entrega eficiente e reduzir custos. Os avanços globais na cadeia produtiva haverão de ser

oriundos de uma pecuária altamente técnica, profissional e competitiva, baseada principalmente em tecnologia e qualidade (Malafaia *et al.,* 2020).

3.4 Integração entre Blockchain e Big Data

Com grande avanço tecnológico tem se destacado bastante duas tecnologias blockchain e big data, embora cada uma tenha revolucionado seus respectivos campos de atuação de maneiras significativas, a combinação dessas tecnologias promete uma sinergia que pode redefinir a maneira como gerenciam, armazenam e analisam grandes volumes de dados. Mediante a utilização de tecnologias, a inovação na fiscalização agropecuária percebe-se, que na busca de informação bibliográfica, o autor a seguir explana a relação custo e benefício na fiscalização agropecuária (Loose *et al*. 2024) .

A combinação do blockchain e do big data possibilita uma rastreabilidade completa e transparente de todas as etapas do manejo dos animais, desde cadeia de suprimentos até o setor financeiro. Aplicando esse tipo de tecnologia, além da incorporação de novas tecnologias, o resultado será um aumento de produtividade, otimização de custos, redução de tempo e, em última instância, uma melhoria na qualidade do produto ou serviço que está diretamente relacionada à satisfação do cliente durante sua experiência de compra (Montoya *et al.,* 2020).

A descentralização é um fator chave para a resiliência e segurança dos sistemas de informação, particularmente em contextos onde a transparência e a confiança são essenciais (Cachin, 2017). Nos últimos anos, tem emergido como um conceito chave na transformação digital, prometendo remodelar a estrutura tradicional de armazenamentos e processamentos de dados, como um elemento fundamental na integração entre blockchain e big data destacando uma combinação, pois está moldando o futuro na gestão de dados.

3.5 Impactos na Produção Animal

O blockchain proporciona rastreabilidade desde o manejo até o acesso ao consumidor, trazendo confiança e transparência, otimizando o manuseio e enriquecendo as etapas do processo produtivo. Já o big data permite o melhor desenvolvimento a partir de informações e dados coletados de forma rápida, em grande escala e em tempo real, para melhor orientação tanto à saúde e bem-estar quanto às necessidades do animal, permitindo acompanhamento hábil e eficaz. Assegurando ao

produtor e consumidor melhor desempenho, segurança de informação e acessibilidade. Os estudos aplicados indicam o *blockchain*, o *Big Data* e a *Internet das Coisas* como ferramentas inovadoras no auxílio da rastreabilidade na fiscalização agropecuária, a fim de assegurar a segurança alimentar (Loose & Paula, 2024).

A melhor qualificação dos produtos de origem animal provém de utilizações de sistemas qualificados que permitem distinguir as necessidades do animal, tais como dieta especializada, aumento da produção do rebanho, ambiente propício para o conforto climático e bem estar animal, ausência de estresse, proporcionando melhor qualidade de vida ao animal e evitando problemas atuais e futuros em diversas áreas, como possíveis surtos de doenças, escassez de recurso natural e bruscas mudança climáticas. Animais e seus sistemas de respostas estão sujeitos aos desafios do seu ambiente. (Broom *et al.,* 2011).

A segurança fornecida aos produtores e consumidores a partir desta utilização abrange enorme melhoria no manuseio dos animais, armazenando dados confiáveis, fornecendo informações necessárias em tempo real, como a condição de cada animal, impedindo perdas e proporcionando rápida resolução de problemas antes mesmo de virem a se concretizar. Cada um desses processos é descrito em riqueza de detalhes e exposto ao consumidor, trazendo confiança e inovação ao mercado, graças a presença da rastreabilidade nesses sistemas. A rastreabilidade de alimentos é uma ferramenta fundamental para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental. As tecnologias que facilitam a rastreabilidade evoluíram ao longo do tempo, oferecendo novas capacidades e vantagens para as empresas (Leon et al., 2023).

Dificuldades a partir do uso de tecnologias abrangem, o alto investimento em dispositivos, os custos de implementação dos sistemas na propriedade pode vir a ser inviável para pequenos produtores com recursos limitados e perigoso para pequenos e grandes produtores devido ao custo não apenas da instalação mas também da manutenção de dispositivos, além da rápida evolução tecnológica, inovações podem tornar-se rapidamente obsoletas, desvalorizando o investimento efetuado. A adaptação na infraestrutura para a inclusão de internet necessária para o uso de dispositivos (como dispositivo IoT), necessidade de energia elétrica em todo o processo exige eficiência instantânea pois sua falta pode cessar todo o processo produtivo por horas e trazer prejuízos imensuráveis. A implementação de novas tecnologias é um desafio nas mais diversas organizações. Trabalhos que são feitos hoje vão desaparecer ou mudar e outros novos vão emergir. Mas não sabemos se os novos serão suficientes e é um

problema retreinar pessoas para os novos trabalhos (Valente *et al.,* 2020).

3.6 Desafios e Limitações

O uso do Blockchain e Big Data apresenta muitos benefícios, mas também enfrenta desafios e limitações que necessitam ser resolvidos para expandir seu potencial. A adoção de sistemas tecnológicos trás consigo a necessidade de capacitação em seu manuseio, os operantes e produtores precisam adquirir conhecimento técnico necessário para a utilização desses mecanismos, a ignorância na capacitação pode complicar a implementação, inutilizar a eficácia, dificultar o processo produtivo e aumentar os riscos de erros operacionais. Desafios como esses podem interromper o manejo eficiente e a adoção desequilibrada pode prejudicar o bem estar dos animais (Nascimento *et al.,* 2024).

A transformação digital na pecuária, embora promissora, pode trazer desafios ambientais significativos, como o aumento do consumo de energia e a geração de resíduos eletrônicos (Chiari, 2020). Exigir a utilização de materiais de difícil degradação prejudicando o meio ambiente, a excessiva utilização de tecnologias no manuseio pode impedir o contato direto entre o ser humano e o animal, o que pode impossibilitar o cuidado mais abrangente e percepção de comportamentos que não seriam detectados por dispositivos.

Implementar essas inovações pode ter um custo muito alto, capaz de ser impeditivo para os pequenos produtores, levando em conta um alto investimento em plataformas mais convenientes, tendo em vista a segurança, com a possível vulnerabilidade de ataques cibernéticos. A coleta e a garantia de precisão de dados são desafiadoras, com dados incompletos ou incorretos acontece de levar a análises desacertadas. Além disso, a necessidade de uma infraestrutura robusta para armazenar grande volume de dados pode ser uma dificuldade, principalmente nas áreas rurais (Brunoni *et al.,*2023).

Dessa forma, para superar alguns desses desafios e limitações, pode-se capacitar profissionais com habilidades necessárias para utilizar essas tecnologias de forma eficaz, investir em estruturas para garantir que os sistemas possam lidar com grandes volumes de dados e estabelecer parcerias entre governos, empresas privadas e instituições acadêmicas, para compartilhar conhecimentos, recursos e tecnologia. A zootecnia tem passando por grandes transformações impulsionada por essas

tecnologias, que não apenas melhoram a eficiência, mas também promovem práticas sustentáveis e responsáveis (ABZ, 2024).

3.4.3 Futuras Tendências e Inovações

O uso de tendências tecnológicas no mercado é potencialmente útil, por exemplo a carne premium que vem sendo utilizada para aumentar a demanda e o interesse de clientes em potencial, amantes de cortes ou de alta qualidade. Cortes próprios para aguçar qualidade e sabor na peça, como Filé mignon, um corte valorizado e com alto custo no mercado. Ribeye, peça que graças ao seu corte possui marmoreio trazendo-lhe alta suculência. Essas iguarias e outras mais, possibilitam diferenciação, exclusividade e agregam alto valor a cada peça e assim ao produto final. A demanda por carnes premium está aumentando devido a mudanças nas preferências dos consumidores, conscientização sobre a qualidade dos alimentos e aumento do poder aquisitivo (Figueiró *et al., 2024).*

As inovações futuras no mercado do agronegócio incluem a automação avançada que consiste na utilização de tecnologias e mecanismos adaptados para realização de ações necessárias que vem a ser executadas não através da mão de obra, mas sim de processos automatizados, como a alimentação em horários específicos, a temperatura necessária para cada animal e a limpeza dos ambientes assim trazendo eficácia, redução de custos e maior conforto aos animais. O desenvolvimento de novos materiais constitui a chave para a consolidação dos produtos e processos inovadores em todas as áreas de produção tecnológica e de serviços a elas atrelados, incluindo o agronegócio, que por sua modernidade possui um cenário com muitos potenciais a serem explorados de forma sustentável (Carvalho *et al.,* 2011).

4 Considerações Finais

A impelementação e integração entre as metodologias de Big data e blockchain enfrenta desafios, como custos de implementação, qualificação de manuseio e aceitação dos produtores, porém, tem na zootecnia fundamental importância para viabilização de processos, redução de desperdícios e melhorias sustentáveis, bem como garantir uma produção mais ética e eficiente, visando melhor utilização de recursos, bem estar animal, segurança alimentar, otimização da cadeia produtiva, rastreabilidade de cada etapa e assim atender as exigências do mercado.

Referências:

ADOÇÃO de TIC e oferta de software na agropecuária: breve relato dos resultados do estudo SWAgro. - CORE Reader. Disponível em: https://core.ac.uk/reader/45529690. Acesso em: 20 nov. 2024.

ALBERTINI, Bruno. Utilização de blockchain no agronegócio confere credibilidade para empresas sustentáveis. Jornal da USP, 1 ago. 2024. Disponível em: https://jornal.usp.br/radio-usp/utilizacao-de-blockchain-no-agronegocio-confere-credibilidade-para-empresas-sustentaveis/ . Acesso em: 19 dez. 2024.

AS INOVAÇÕES Tecnológicas na Zootecnia que Estão Revolucionando a Produção Animal - Associação Brasileira de Zootecnistas. Disponível em: https://abz.org.br/blog/as-inovacoes-tecnologicas-na-zootecnia-que-estao-revolucionando-a-producao-animal/. Acesso em: 28 jan. 2025.

BLOCKCHAIN E IDENTIDADE DIGITAL: desafios e reflexões sobre o futuro da autonomia humana na era da tecnologia. *Revista FT* , ISSNhttps://revistaft.com.br/blockchain -e -ident-digital-de-e -reflexos-sobre -o -futuro -da-autonomia -zumbir-na -era -da -tecnologia/ . Acesso em: 20 jan. 2025

BLOCKCHAIN Consensus Protocols in the Wild. 7 jul. 2017. Disponível em: https://arxiv.org/abs/1707.01873. Acesso em: 8 jan. 2025.

BRAZIL to have first brown sugar tracked by blockchain technology. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/web/portal/agencia-de-noticias-embrapa/busca-de-noticias/-/noticia/71508414/brasil-tera-o-primeiro-acucar-mascavo-rastreado-com-tecnologia-blockchain?p_auth=WwsC3F7h&utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 11 fev. 2025.

DANTAS WITTMANN, DIEGO. **Repositório de Múltiplos Acervos da UFRRJ**: Fatores que influenciam a evasão na universidade pública - o caso do curso de Zootecnia na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 20 out. 2021. Disponível em: https://rima.ufrrj.br/jspui/handle/20.500.14407/12578. Acesso em: 8 nov. 2024.

D'ÁVILLA DE ALBUQUERQUE, Maria Tereza. ANÁLISE DAS POTENCIALIDADES DE INOVAÇÃO DAS CADEIAS PRODUTIVAS DE ALAGOAS E UM ESTUDO DE CASO PROSPECTIVO NO SETOR AVÍCOLA. 2024. Acessado em: 02 fev. 2025.

FIGUEIRÓ, Diego de Oliveira. Análise do mercado de carnes premium na cidade de Santo Augusto – RS. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão do Agronegócio) – Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto, Santo Augusto, 2024. Disponível: https://arandu.iffarroupilha.edu.br/jspui/bitstream/itemid/538/1/Diego%20de%20Oliveira%20Figueir%C3%B3%20An%C3%A1lise%20do%20mercado%20de%20carnes%20premium%20na%20cidade%20de%20Santo%20Augusto%20%E2%80%93%20RS.pdf Acesso em: 10 fev. 2025.

JRAISAT, Luai; AL-BEER, Ahmad; JABER, Hadi. Blockchain Technology: The Role of

Integrated Reverse Supply Chain Networks in Sustainability. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, v. 29, n. 5, p. 433-444, 2022. DOI: 10.1080/13504509.2022.2090853. Disponível em: . Acesso em: 10 dez. 2024.

LEON, Dayana Miluska Heredia; FERNANDEZ, Pablo Isaias Rojas; PUGLIERI, Fábio Neves; PIEKARSKI, Cassiano Moro. Tendências Tecnológicas em Rastreabilidade Alimentar: Vantagens e Desafios **Revista/Congresso**, Disponível em : http://aprepro.org.br/conbrepro/anais/2023/arquivos/10312023_231026_6541bad638454.pdf. Acesso *em: 20 nov.2024* .

LOOSE, Cleberson Eller; PAULA, Uéverton Fraga de. TECHNOLOGICAL TOOLS FOR TRACING AGRICULTURAL PRODUCTS FOR INSPECTION. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 6, p. 616-648, 4 jun. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.51891/rease.v10i6.14389. Acesso em: 7 dez. 2024.

LOOSE, Cleberson; PAULA Uéverton. Tecnológias Para Rastreabilidade De Produtos Agropecuários Para A Fiscalização. IOSR Journal of Humanities and Social Science, v. 29, n. 12, p. 20-32, dez. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.9790/0837-2912012032Acesso em: 8 jan. 2025.

MACHADO, Pamela Biazi. *Uso de inteligência artificial na pecuária: revisão de literatura*. Disponível: https://www.academia.edu/11/Uso_de_Inteligência_Artificial_na_Pecuária_Revisão_de_l. Acesso em: 10 dez. 2024

MALAFAIA, GC; MORES, G. de V.; CASAGRANDA, YG; BARCELLOS, JOJ; COSTA, FP A cadeia produtiva da pecuária de corte brasileira nas próximas décadas. *Ciência Pecuária* , Disponível: https ://doi.org /10.1016/j .livsci.2021.104704 . Acesso em: 10 dez. 2024

MERIGUI, Suyenne *et al.* Rastreabilidade Bovina. **Revista Contabilidade & Inovação**, v. 1, n. 1, 3 out. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.56000/rci.v1i1.72784. Acesso em: 11 dez. 2024.

MERIGUI, Suyenne, SANTOS Luciana, TAVEIRA José, LUNAS Divina. Rastreabilidade Bovina. Revista Contabilidade & Inovação, v. 1, n. 1, 3 out. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.56000/rci.v1i1.72784. Acesso em: 21 nov. 2024.

MONTOYA Giset Aproveitamento de tecnologias disruptivas na cadeia de suprimentos em tempo de pandemia. **Revista Diálogos Acadêmicos IESCAMP**, v. 4, n. 2, p. 7, 2020. Disponível em: https://revista.iescamp.com.br/index.php/redai/article/view/89 Acesso em: 8 jan. 2025.

MOTTA FERREIRA, Walter, BARBOSA Severino, CARRER Célia, CARVALHO Francisco, FILHO Ruy, JÚNIOR Wilson, FREITAS Rilke. MARIANO Bruno, OLIVEIRA Edimar, OLIVEIRA Ronaldo, OLIVEIRA José, PINHEIRO João, SILVA Marcos. ZOOTECNIA BRASILEIRA: QUARENTA ANOS DE HISTÓRIA E REFLEXÕES. **Revista Acadêmica**: Ciência Animal, v. 4, n. 3, p. 77, 15 jul. 2006. Disponível em: https://doi.org/10.7213/cienciaanimal.v4i3.9447. Acesso em: 08 dez. 2024

NEETHIRAJAN, S. Reconhecimento de estado afetivo em abordagens de inteligência artificial e pecuária. *Animais: um periódico de acesso aberto do MDPI* , v. 12, Disponível: https://www.mdpi.com/2076 -2615/12 /6 /759. Acesso em: 29 jan. 2025

NEVES, Marcos Fava *et al.* Estratégias para Conquistar a Posição de Fornecedor Mundial Sustentável de Alimentos, Bioenergia e outros Agro-Produto. **Revista Agronomia Brasileira**, v. 4, n. 2020, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.29372/rab202031. Acesso em: 4 fev. 2025.

NOTÍCIAS Embrapa - Portal Embrapa. Disponível em: .https ://www.em.br//bu-de -noticias/-///-/noticia /54799288 /artigo-a -pecuária--na -e-d-tr-de.Acesso em: 29 jan. 2025.

O PODER do blockchain na rastreabilidade dos alimentos - MIT Technology Review. Disponível em: https://mittechreview.com.br/o-poder-da-Blockchain-na-rastreabilidade-dos-alimentos/. Acesso em: 11 dez. 2024.

PEREIRA, Luiz. *Pecuária de precisão: uso de tecnologias para apoio à tomada de decisão* . 2017. Disponívelhttps://www.re.pesquisa.net /perfil /Luiz-Pereira -24 /publicação/317284061_Pecuaria_de_Precisao_Uso_de_tecnologias_para_apoio_a_tomada_de_decisao//links /594e78c1aca272/Pecuária-de -Precisao -Uso -de -tecn-para -apoio -a -tomada -de-de.pdf . Acesso em: 21 jan. 2025

PROGRAMA DE MELHORAMENTO ANIMAL. *Casa* . Disponível em http ://aip.arsusda .gov /p/o/20/Para-1197.pd. Acesso em: 29 jan. 2025

SHEW, AM; SNELL, HA; NAYGA, RM; LACITY, MC Avaliação do consumidor sobre a rastreabilidade de blockchain para carne bovina nos Estados Unidos. *Applied Economic Perspectives and Policy* , v. 4 https : //doi.or/10.1002 /aepp .1315. Acesso em: 25 jan. 2025

SILVA, Wemerson. Com o segundo maior efetivo no mundo, o rebanho bovino brasileiro cresceu 1,6% em 2023 e atingiu um novo recorde [...]. 19 set. 2024. Instagram: @mundozootecnia5.0. Disponível em: https://www.instagram.com/p/DAHSTJWy0Px/. Acesso em: 20 nov. 2024.

VALENTE, jonas 2020. INTELIGÊNCIA artificial e o impacto nos empregos e profissões. 1 set. 2020. Disponível em:https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-08/inteligencia-artificial-e-o-impacto-nos-empregos-e-profissoes.Acesso em: 10 dez. 2024.

VASSOURA, Donald M. Animal bem-estar. In: YAMAMOTO, ME; VOLPATO, GL (Org.). **Comportamento Animal.** 2. ed. Natal, RN: Editora da UFRN, 2011 .Disponível em: https://www.academia.edu/download/49546857/650_Broom_2011_Bem-estar.pdf

ZANETONI, Hiago Henrique Rocha et al. Blockchain applied to the traceability of animal products: a systematic literature review. REVISTA CIÊNCIA AGRONÔMICA, v. 55, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.5935/1806-6690.20240033. Acesso em: 10 dez. 2024.