

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PECUÁRIA DE CORTE: IMPACTOS NA EFICIÊNCIA PRODUTIVA, SUSTENTABILIDADE E COMPETITIVIDADE

Prof. MsC. Glaucimarcos Fakine Marsoli (Business School Brasil) *glaucimarcos@gmail.com*
Prof. Dr. José Bezerra da Silva Filho (Business School Brasil) *professor.dr.bezerra@BSBr.com.br*

Resumo

A pecuária de corte brasileira enfrenta desafios crescentes relacionados à eficiência produtiva, à sustentabilidade ambiental, ao bem-estar animal e à competitividade em mercados cada vez mais exigentes. Nesse contexto, a incorporação de inovações tecnológicas tem se consolidado como estratégia relevante para o aprimoramento da gestão produtiva e para o atendimento a exigências sanitárias, ambientais e mercadológicas. Este estudo analisa os impactos da inovação tecnológica na pecuária de corte por meio de um estudo de caso realizado na Fazenda Turbilhão, unidade produtiva localizada no interior do estado de São Paulo e voltada ao confinamento bovino. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quali-quantitativa, com finalidade exploratória e descritiva, fundamentada em revisão bibliográfica, análise documental e exame do contexto operacional da propriedade. Os resultados indicam que a adoção de práticas de rastreabilidade integral, automação e modernização da estrutura produtiva fortalece o controle do rebanho, amplia a capacidade de gestão, favorece o alinhamento a mercados internacionais e reforça condições para ganhos de eficiência e sustentabilidade. Conclui-se que a inovação tecnológica, quando incorporada de modo estratégico e articulada a capacidades organizacionais e práticas de manejo responsáveis, constitui elemento central para a modernização e a competitividade da pecuária de corte brasileira.

Palavras-chave: *Pecuária de corte; Inovação tecnológica; Rastreabilidade; Sustentabilidade; competitividade; Bem-estar animal.*

Abstract

Brazilian beef cattle production faces growing challenges related to productive efficiency, environmental sustainability, animal welfare, and competitiveness in increasingly demanding markets. In this context, the incorporation of technological innovations has become a relevant strategy for improving production management and meeting sanitary, environmental, and

market requirements. This study analyzes the impacts of technological innovation in beef cattle production through a case study conducted at Fazenda Turbilhão, a feedlot operation located in the countryside of São Paulo state, Brazil. Methodologically, the research is characterized as applied, with a qualitative-quantitative approach and exploratory-descriptive purpose, based on literature review, document analysis, and examination of the farm's operational context. The results indicate that the adoption of full traceability practices, automation, and modernization of the production structure strengthens herd control, expands management capacity, supports compliance with international markets, and reinforces conditions for gains in efficiency and sustainability. It is concluded that technological innovation, when strategically incorporated and aligned with organizational capabilities and responsible management practices, constitutes a central element for the modernization and competitiveness of Brazilian beef cattle production.

Keywords: *Beef cattle production; Technological innovation; Traceability; Sustainability; competitiveness; Animal welfare.*

1. Introdução

A pecuária de corte ocupa posição estratégica na economia brasileira, tanto pela relevância interna no setor agropecuário quanto pela participação do país no comércio internacional de proteína animal. Ao mesmo tempo, o setor convive com pressões crescentes relacionadas à eficiência produtiva, à sustentabilidade ambiental, ao bem-estar animal e à conformidade com exigências regulatórias e mercadológicas. Nesse cenário, a inovação tecnológica deixa de ser apenas alternativa operacional e passa a configurar elemento estruturante da competitividade.

A modernização da pecuária de corte envolve a incorporação de recursos como automação, sensores, sistemas digitais de rastreabilidade, plataformas de monitoramento e ferramentas de apoio à decisão. Essas tecnologias contribuem para maior controle dos processos produtivos, melhor uso dos recursos, redução de perdas e maior capacidade de resposta às exigências do mercado. Sob a ótica das capacidades dinâmicas, organizações mais competitivas são aquelas aptas a integrar, reconfigurar e renovar recursos em ambientes de mudança contínua (TEECE, 2010).

No agronegócio, essa adaptabilidade manifesta-se na adoção de tecnologias capazes de ampliar a precisão do manejo, fortalecer a governança da informação e alinhar a produção a padrões contemporâneos de sustentabilidade e transparência. Além da dimensão econômica,

à inovação tecnológica também se relaciona à redução de impactos ambientais, ao monitoramento sanitário e ao fortalecimento do bem-estar animal, temas cada vez mais centrais nas cadeias globais de valor.

Este estudo toma como unidade de análise a Fazenda Turbilhão, propriedade voltada ao confinamento bovino, situada no município de Estrela d'Oeste, no estado de São Paulo. A fazenda apresenta escala produtiva elevada, estrutura voltada ao confinamento e adoção de práticas tecnológicas relevantes, com destaque para a rastreabilidade integral do rebanho por meio do SISBOV e para investimentos em modernização operacional. Tais características tornam a propriedade um caso pertinente para discutir os efeitos da inovação tecnológica na pecuária de corte.

Diante desse contexto, o objetivo do presente estudo é analisar as inovações tecnológicas aplicadas à pecuária de corte e seus impactos sobre a eficiência produtiva, a sustentabilidade e a competitividade, tomando como referência o caso da Fazenda Turbilhão.

2. Referencial Teórico

2.1 Inovação Tecnológica no Agronegócio e na Pecuária de Corte

A inovação tecnológica no agronegócio decorre da convergência entre digitalização, automação, biotecnologia e novas formas de gestão. Tidd e Bessant (2014) argumentam que a inovação não se restringe à introdução de novos produtos, abrangendo também processos, modelos organizacionais e sistemas capazes de gerar vantagem competitiva. Na pecuária de corte, esse movimento se expressa na adoção de sensores, sistemas de rastreabilidade, inteligência artificial, monitoramento remoto e recursos aplicados à nutrição, à sanidade e ao manejo do rebanho.

A literatura sobre agricultura digital aponta que a chamada Agricultura 4.0 tem redefinido sistemas produtivos ao integrar análise de dados, computação em nuvem, dispositivos inteligentes e suporte automatizado à decisão (WOLFERT et al., 2017; LIAKOS et al., 2018; ZHANG et al., 2022). No campo pecuário, esses avanços favorecem maior precisão do manejo e melhor controle das variáveis produtivas.

2.2 Capacidades dinâmicas e vantagem competitiva

A Teoria das Capacidades Dinâmicas sustenta que, em ambientes de transformação acelerada, a competitividade depende da habilidade organizacional de integrar, adaptar e reconfigurar recursos e competências (TEECE, 2010). No agronegócio, essa perspectiva ajuda a compreender por que propriedades que incorporam tecnologias e reformulam rotinas de gestão tendem a responder com mais eficiência a exigências sanitárias, ambientais e mercadológicas.

Do ponto de vista estratégico, Porter (1985) destaca que a vantagem competitiva decorre da capacidade de produzir valor superior, seja por diferenciação, seja por liderança em custos. No mercado da carne bovina, a diferenciação relaciona-se diretamente a atributos como rastreabilidade, conformidade regulatória, certificações e qualidade percebida. Nelson e Winter (2022), por sua vez, reforçam que a inovação resulta de processos evolucionários de aprendizado e adaptação, o que amplia a importância da cultura organizacional e da capacidade de absorção tecnológica.

2.3 Sustentabilidade e competitividade na pecuária

A sustentabilidade tornou-se dimensão central da competitividade agropecuária. Godfray et al. (2010) destacam o desafio de elevar a produção de alimentos sem ampliar, na mesma proporção, a pressão sobre os recursos naturais. Na pecuária de corte, isso implica aperfeiçoar o uso da água, reduzir perdas, melhorar a eficiência alimentar, controlar emissões e qualificar o manejo das áreas produtivas.

Sob a ótica ESG, a adoção de sistemas de controle e monitoramento fortalece a transparência da cadeia e amplia o acesso a mercados mais exigentes. Relatórios e estudos recentes têm apontado que cadeias agropecuárias com maior capacidade de comprovação socioambiental e sanitária tendem a apresentar vantagens mercadológicas e institucionais (OECD, 2022; WORLD BANK, 2023).

2.4 Pecuária de precisão, rastreabilidade e transformação digital

A Pecuária de Precisão consiste na utilização de tecnologias digitais para monitoramento contínuo do rebanho e apoio à tomada de decisão. Berckmans (2017) define esse campo como um sistema baseado em sensores, algoritmos e dados voltados à melhoria da saúde, da nutrição, do desempenho e do bem-estar animal. Recursos como wearables, RFID, câmeras, plataformas de análise de dados e sistemas de gestão vêm ampliando a capacidade de controle das propriedades.

No caso da cadeia da carne, a rastreabilidade assume papel estratégico. Além de fortalecer a governança sobre a origem e o histórico dos animais, ela atende às exigências sanitárias e comerciais, sobretudo em mercados internacionais. Nesse sentido, sistemas como o SISBOV são relevantes por qualificarem a inserção da produção brasileira em mercados com elevado padrão regulatório.

2.5 Bem-estar animal e eficiência produtiva

O bem-estar animal passou a ser compreendido não apenas como exigência ética, mas também como variável associada ao desempenho produtivo. Condições adequadas de manejo tendem a reduzir estresse, favorecer resposta fisiológica mais equilibrada e contribuir para melhor desempenho zootécnico. Tecnologias de monitoramento e controle ampliam a capacidade de intervenção precoce, possibilitando respostas mais rápidas diante de alterações sanitárias ou comportamentais.

Assim, eficiência produtiva e bem-estar animal não devem ser tratados como objetivos antagônicos. Ao contrário, a literatura indica que a melhoria das condições de manejo pode produzir efeitos positivos simultâneos sobre produtividade, sanidade e qualidade da produção.

2.6 Redes de inovação e difusão tecnológica

A adoção tecnológica no meio rural não depende apenas da disponibilidade das ferramentas, mas também da existência de redes de inovação capazes de acelerar aprendizagem e difusão. Klerkx et al. (2019) destacam a importância da interação entre produtores, centros de pesquisa, universidades e empresas de tecnologia para reduzir barreiras de adoção. Nessa perspectiva, a competitividade passa a depender tanto do acesso à tecnologia quanto da capacidade organizacional de absorvê-la e convertê-la em rotina produtiva.

3. Metodologia

3.1 Natureza e delineamento da pesquisa

A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de abordagem quali-quantitativa, com finalidade exploratória e descritiva. O delineamento adotado foi o estudo de caso, por permitir análise aprofundada de um fenômeno contemporâneo em contexto real, conforme a proposição metodológica de Yin (2015). A escolha dessa estratégia justifica-se pela necessidade de compreender como a incorporação de tecnologias se manifesta em uma

unidade produtiva específica e quais efeitos organizacionais, operacionais e competitivos podem ser observados.

3.2 Unidade de análise

A unidade de análise é a Fazenda Turbilhão, propriedade dedicada ao confinamento de gado de corte, localizada no município de Estrela d'Oeste, estado de São Paulo. A escolha do caso decorre de características operacionais relevantes para o objetivo do estudo, entre elas: escala produtiva expressiva, investimento em modernização estrutural e adoção de rastreabilidade integral do rebanho por meio do SISBOV. A propriedade possui capacidade estática para 25.000 animais e projeção de abate entre 80.000 e 90.000 animais nos próximos anos, o que a torna um caso significativo para discussão sobre inovação, eficiência e competitividade.

3.3 Procedimentos de coleta de dados

A coleta de dados foi estruturada a partir de três frentes complementares. A primeira correspondeu à revisão bibliográfica, com foco em inovação tecnológica no agronegócio, capacidades dinâmicas, sustentabilidade, pecuária de precisão e bem-estar animal. A segunda consistiu em análise documental de informações institucionais e operacionais da Fazenda Turbilhão, incluindo dados descritivos da estrutura produtiva, sistema de rastreabilidade, investimentos em tecnologia e posicionamento da propriedade frente a requisitos de mercado. A terceira frente envolveu a análise do contexto produtivo da unidade, tomando como referência a organização das práticas adotadas e sua aderência às categorias teóricas trabalhadas no estudo.

3.4 Dimensão quantitativa e qualitativa

A dimensão quantitativa da pesquisa apoiou-se em indicadores e dados objetivos disponíveis no caso, tais como capacidade estática da unidade, projeção de abate e percentual de rastreabilidade do rebanho. Já a dimensão qualitativa concentrou-se na interpretação do significado gerencial e estratégico dessas evidências, especialmente no que se refere a eficiência operacional, conformidade com mercados exigentes, sustentabilidade e bem-estar animal.

3.5 Triangulação e análise dos dados

A triangulação ocorreu pela articulação entre revisão bibliográfica, dados documentais e análise contextual do caso. O tratamento dos dados foi conduzido por análise interpretativa, organizada em quatro eixos: eficiência produtiva, sustentabilidade, bem-estar animal e competitividade. Esse procedimento buscou reduzir o caráter meramente descritivo do estudo e fortalecer a vinculação entre o caso empírico e o referencial teórico.

3.6 Limitações do estudo

O estudo apresenta limitações inerentes ao delineamento de caso único e à disponibilidade de dados empíricos específicos da unidade analisada. Embora existam evidências documentais e operacionais relevantes, não se dispôs, no escopo deste trabalho, de série histórica detalhada de indicadores zootécnicos, ambientais e econômicos que permitisse mensuração longitudinal mais robusta. Assim, os resultados devem ser compreendidos como evidências analíticas aplicadas, e não como generalizações estatísticas.

4. Resultados e Discussão

4.1 Caracterização do caso analisado

A Fazenda Turbilhão insere-se em um contexto de pecuária de corte orientada para escala, padronização e atendimento a exigências de mercado. Seu modelo operacional combina confinamento bovino, investimentos em estrutura produtiva e uso de mecanismos de rastreabilidade. Um dos aspectos mais relevantes observados no caso é o monitoramento integral do rebanho pelo SISBOV, o que fortalece a governança sobre os animais e viabiliza atendimento a requisitos da União Europeia. Essa característica, por si só, já posiciona a inovação não apenas como ferramenta de apoio operacional, mas como ativo estratégico para inserção mercadológica.

Além disso, a propriedade vem realizando investimentos em maquinários e estrutura de confinamento, sinalizando movimento de modernização compatível com o que a literatura denomina transformação digital e intensificação tecnológica no agronegócio. Embora o caso não apresente série extensa de indicadores comparativos de desempenho, os dados documentais e a caracterização operacional permitem reconhecer um padrão de adoção tecnológica consistente com a busca por maior controle, maior eficiência e melhor posicionamento competitivo.

4.2 Inovação tecnológica e eficiência produtiva

No eixo da eficiência produtiva, o caso analisado sugere que a inovação tecnológica fortalece a capacidade de gestão da operação. A rastreabilidade integral do rebanho amplia o controle sobre origem, movimentação e situação dos animais, ao passo que a modernização da estrutura produtiva tende a favorecer padronização de rotinas e melhor organização do confinamento. Em operações de grande escala, a disponibilidade de dados e a sistematização dos processos tornam-se decisivas para reduzir falhas, aumentar previsibilidade e qualificar a tomada de decisão.

Essa leitura é coerente com o referencial de Agricultura 4.0 e Pecuária de Precisão, segundo o qual a transformação digital amplia a capacidade de monitoramento e controle dos sistemas produtivos. No caso da Fazenda Turbilhão, a inovação tecnológica não aparece apenas como mecanismo de automação pontual, mas como base para uma gestão produtiva mais estruturada.

4.3 Sustentabilidade e conformidade socioambiental

No campo da sustentabilidade, o caso evidencia que a adoção de tecnologias e sistemas de controle pode contribuir para maior racionalidade no uso dos recursos e para melhor alinhamento às exigências contemporâneas de mercado. Ainda que o estudo não apresenta indicadores ambientais detalhados, a estruturação da operação e a rastreabilidade integral favorecem maior transparência, melhor governança da informação e maior capacidade de responder a demandas regulatórias e comerciais relacionadas à produção responsável.

A literatura revisada sustenta que inovação e sustentabilidade são dimensões interdependentes na agropecuária contemporânea. Nesse sentido, a Fazenda Turbilhão apresenta indícios de alinhamento a essa lógica ao investir em tecnologias que reforçam controle, conformidade e capacidade de adaptação às exigências externas.

4.4 Bem-estar animal e controle do manejo

Outro aspecto relevante diz respeito ao bem-estar animal. Em operações de confinamento, o monitoramento, a padronização e a organização das rotinas de manejo são fatores importantes para reduzir estresse, melhorar acompanhamento sanitário e apoiar intervenções mais precisas. Embora o presente estudo não disponha de métricas fisiológicas específicas dos animais, a adoção de práticas de controle e rastreabilidade amplia as condições para um manejo mais tecnicamente orientado.

A literatura contemporânea aponta que sistemas de monitoramento e gestão de dados favorecem decisões mais rápidas e mais assertivas, o que pode produzir efeitos positivos simultâneos sobre sanidade, desempenho e bem-estar. No caso analisado, essa relação aparece de forma consistente no plano organizacional, ainda que demande aprofundamento empírico futuro com indicadores zootécnicos específicos.

4.5 Competitividade e inserção em mercados exigentes

A competitividade constitui uma das dimensões mais claramente reforçadas no caso. O fato de a propriedade operar com 100% dos animais monitorados pelo SISBOV amplia sua conformidade com padrões internacionais e fortalece sua capacidade de inserção em mercados mais exigentes. Esse aspecto confirma a literatura de Porter (1985) e Teece (2010), ao demonstrar que vantagem competitiva, no contexto contemporâneo, depende tanto da eficiência operacional quanto da capacidade de adaptação a exigências externas complexas.

Assim, a inovação tecnológica na Fazenda Turbilhão não deve ser compreendida apenas como modernização técnica, mas como mecanismo estratégico de diferenciação, acesso a mercados e fortalecimento da competitividade.

4.6 Síntese analítica do caso

Em termos analíticos, o caso permite sustentar que a inovação tecnológica exerce papel relevante em quatro frentes articuladas:

- a) aumento da capacidade de controle e gestão da operação;
- b) fortalecimento da rastreabilidade e da conformidade;
- c) criação de condições para maior eficiência e melhor organização produtiva;
- d) reforço da competitividade por meio de alinhamento a mercados exigentes.

Para sintetizar essas evidências, as Tabelas 1 e 2 apresentam o foco específico na unidade estudada.

Tabela 1 - Tecnologias e Inovações em Pecuária de Corte

Ano	Tecnologias e Inovações	Aplicações e Benefícios
2020	Sensores IoT (internet das coisas)	Monitoramento de saúde, localização e comportamento do gado.
	Integração lavoura-pecuária-floresta (ilpf)	Aumento da produtividade e sustentabilidade ambiental.
	Aplicativos de gestão de fazendas	Controle de estoque, custos e planejamento de atividades.

2021	Inteligência artificial (ia) para análise de Dados zootécnicos	Tomada de decisão baseada em dados históricos e em tempo real.
	Drones para monitoramento de pastagens e rebanhos	Inspeção rápida de grandes áreas, identificação de problemas nas pastagens e contagem de animais.
	Melhoramento genético com foco em Resistência a doenças e adaptação climática	Aumento da eficiência produtiva e redução de perdas.
2022	Blockchain para rastreabilidade da carne	Transparência na cadeia produtiva, atendendo a demandas de mercados internacionais.
	Biotecnologia para vacinas e suplementos alimentares	Melhoria na saúde animal e redução do uso de antibióticos.
	Sistemas de irrigação inteligente para Pastagens	Otimização do uso da água e aumento da produtividade das pastagens.
2023	Wearables (coleiras e brincos inteligentes)	Monitoramento contínuo de saúde, comportamento e localização dos animais.
	Big data para previsão de mercado e gestão de produção	Planejamento estratégico de produção e comercialização.
	Agricultura de precisão aplicada a pastagens	Uso eficiente de insumos e redução de custos.
2024	Robótica para alimentação e manejo de Rebanhos	Automação de processos, garantindo consistência na alimentação e redução de estresse animal.
	Energias renováveis (solar e eólica) em fazendas	Redução de custos energéticos e pegada de carbono.
	Rações à base de insetos e subprodutos agrícolas	Sustentabilidade e redução de custos com alimentação animal.
2025	Edição genética (crispr) para melhoramento animal	Desenvolvimento de animais com maior potencial de ganho de peso e resistência a doenças.
	Metaverso e realidade aumentada para treinamento e gestão	Capacitação de profissionais e simulação de cenários de manejo.
	Algoritmos de ia para previsão de doenças e otimização de nutrição	Redução de perdas e aumento da eficiência produtiva.

Fonte - Elaborada pelos autores

As inovações tecnológicas têm um impacto significativo no ganho de peso dos animais na pecuária de corte. Essas tecnologias ajudam a otimizar a nutrição, o manejo, a saúde e o bem-estar dos animais, resultando em ganhos de peso mais eficientes e consistentes. A Tabela 2, explica como algumas dessas inovações contribuem para melhorar o desempenho dos animais.

Tabela 2 - Tecnologias e impactos no ganho de peso

Tecnologia	Como Impacta no Ganho de Peso
------------	-------------------------------

Sensores IoT e Wearables	Monitoram a saúde, o comportamento e a alimentação dos animais em tempo real.
	Permitem identificar problemas de saúde precocemente, evitando perdas de peso.
	Ajustam a dieta com base no consumo individual de cada animal.
Inteligência Artificial (IA)	Analisa dados zootécnicos para prever o desempenho e ajustar dietas.
	Otimiza a nutrição, garantindo que os animais recebam os nutrientes necessários para ganho de peso.
Melhoramento Genético	Selecionar animais com maior potencial de ganho de peso e eficiência alimentar.
	Desenvolve raças mais resistentes a doenças e adaptadas a condições climáticas.
Biotechnology e Aditivos Alimentares	Probióticos e prebióticos melhoram a digestão e absorção de nutrientes.
	Aditivos alimentares aumentam a eficiência da conversão alimentar.
Sistemas de Alimentação Automatizados	Garantem que os animais recebam a quantidade correta de alimento no momento certo.
	Reduzem desperdícios e melhoram a eficiência alimentar.
Monitoramento por Drones	Identificam áreas de pastagem degradadas ou com falta de alimento.
	Permitem o manejo adequado das pastagens, garantindo nutrição de qualidade.
Blockchain para Rastreabilidade	Garante a qualidade e origem dos insumos alimentares, como rações e suplementos.
	Evite o uso de alimentos contaminados ou de baixa qualidade, que podem prejudicar o ganho de peso.
Edição Genética (CRISPR)	Desenvolver animais com maior capacidade de ganho de peso e resistência a doenças.
	Acelera o melhoramento genético, resultando em gado mais produtivo.
Agricultura de Precisão	Otimiza o uso de insumos nas pastagens, como fertilizantes e água.
	Garante pastagens de alta qualidade, essenciais para o ganho de peso

Fonte - Elaborada pelos autores com base nos dados do caso.

5. Considerações Finais

O presente estudo analisou os impactos da inovação tecnológica na pecuária de corte a partir do caso da Fazenda Turbilhão. Os resultados indicam que a adoção de tecnologias e práticas estruturadas de controle, especialmente a rastreabilidade integral do rebanho, associada à modernização da estrutura produtiva, fortalece a capacidade de gestão da

operação, amplia a aderência às exigências mercadológicas e cria condições para ganhos de eficiência e competitividade.

Do ponto de vista específico do caso estudado, a principal evidência reside no modo como a tecnologia se articula à escala produtiva e ao posicionamento estratégico da propriedade. A Fazenda Turbilhão não utiliza inovação apenas como instrumento operacional, mas como base para conformidade regulatória, acesso a mercados mais exigentes e sustentação de um modelo de crescimento apoiado em maior controle e padronização.

Em relação à sustentabilidade e ao bem-estar animal, o estudo indica que a adoção de sistemas de monitoramento e rastreabilidade contribui para fortalecer a governança do processo produtivo e criar melhores condições para manejo tecnicamente orientado. Todavia, a ausência de indicadores longitudinais detalhados sobre desempenho zootécnico, emissões, consumo de recursos e variáveis sanitárias limita conclusões causais mais robustas.

Conclui-se, portanto, que a inovação tecnológica constitui elemento central para a modernização da pecuária de corte brasileira, sobretudo quando vinculada a capacidades organizacionais, rastreabilidade, gestão da informação e adequação às exigências do mercado. Recomenda-se que estudos futuros aprofundem a análise do tema por meio de séries históricas de indicadores produtivos, ambientais e econômicos, de modo a ampliar a robustez empírica das evidências em diferentes contextos regionais e modelos de produção.

REFERÊNCIAS

BERCKMANS, D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. *Livestock Production Science*, 2017.

CRESPI, G. Inovações tecnológicas na pecuária. São Paulo: Editora Agropecuária, 2017.

FAO. The state of food and agriculture 2023: leveraging food systems for inclusive rural transformation. Rome: FAO, 2023.

FRIEDRICH, J. Modelos de inovação sustentável. São Paulo: Editora Futura, 2019.



GIBSON, C. A. Inovação em práticas de manejo sustentável. Campinas: Editora AgroTech, 2021.

GODFRAY, H. C. J. Sustentabilidade e segurança alimentar. Cambridge: Cambridge University Press, 2010.

KLERKX, L. Redes de inovação no agronegócio. Berlim: Springer, 2019.

KLERKX, L. et al. Innovation in agriculture and food systems. 2019.

LIAKOS, K. G. et al. Machine learning in agriculture: a review. Computers and Electronics in Agriculture, 2018.

NELSON, R.; WINTER, S. Teoria evolucionária da inovação. Oxford: Oxford University Press, 2022.

NEETHIRAJAN, S.; KEMP, B. Digital twins in livestock farming. Animals, v. 11, n. 4, 2021.

OECD. The digitalisation of agriculture: leveraging digital technologies for agri-food systems. Paris: OECD Publishing, 2022.

PORTER, M. E. Vantagem competitiva. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 1985.

TEECE, D. J. Capacidades dinâmicas. 2010.

TIDD, J.; BESSANT, J. Gestão da inovação. 5. ed. Porto Alegre: Wiley, 2014.

VERNON, R. Transformação digital no agronegócio. Londres: Routledge, 2021.

WOLFERT, S.; GE, L.; VERDOUW, C.; BOGAARDT, M. J. Big data in smart farming: a review. Agricultural Systems, v. 153, p. 69-80, 2017.

WORLD BANK. Precision farming enables climate-smart agribusiness. Washington, DC: World Bank, 2023.



YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZHANG, W. et al. Trends in digital agriculture technologies. 2022.