Digitalização do Agronegócio: assimetrias e complementaridades nas percepções de especialistas da academia e do mercado

Digitalization of Agribusiness: Asymmetries and Complementarities in the Perceptions of Academic and Industry Experts

Oscar Bertoglio
IFRS – Instituto Federal do Rio Grande do Sul. Erechim, RS, Brasil
Simone Sehnem
UNOESC – Universidade do Oeste de Santa Catarina. Chapecó, SC, Brasil

GT 12 – Impactos socioambientais das novas tecnologias no agronegócio

Resumo: A incorporação de tecnologias digitais no agronegócio tem ampliado o debate sobre os impactos da transformação tecnológica nas unidades de produção agropecuária, especialmente no contexto do chamado Agro 4.0. Embora a literatura reconheça os avanços associados à digitalização, ainda são limitados os estudos que analisam como diferentes especialistas interpretam os efeitos dessas tecnologias. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as assimetrias e complementaridades entre as percepções de especialistas vinculados à academia e especialistas com atuação no mercado sobre os impactos das tecnologias 4.0 nas unidades produtivas. O estudo constitui um recorte analítico derivado de uma investigação qualitativa mais ampla baseada em entrevistas com especialistas do agronegócio. A análise foi conduzida por meio de análise de conteúdo, permitindo identificar padrões interpretativos associados às diferentes trajetórias profissionais dos participantes. Os resultados indicam que especialistas da academia tendem a enfatizar aspectos estruturais e sistêmicos da digitalização, enquanto especialistas do mercado priorizam aspectos operacionais e resultados práticos da adoção tecnológica. Essas diferenças não configuram visões contraditórias, mas perspectivas complementares que contribuem para uma compreensão mais abrangente do processo de transformação digital no agro. Como contribuição, o estudo evidencia que a integração entre conhecimento científico e experiência prática pode ampliar a compreensão dos impactos das tecnologias e contribuir para processos de difusão tecnológica mais alinhados às realidades produtivas. Os resultados reforçam a importância de abordagens que considerem a digitalização como um fenômeno sociotécnico, influenciado tanto por fatores tecnológicos quanto organizacionais..

Palavras-chave: Agro 4.0; adoção tecnológica; digitalização agrícola; especialistas; difusão de inovação.

Abstract: The incorporation of digital technologies in agriculture has intensified the debate on the impacts of technological transformation within Agricultural Production Units (APUs), particularly in the context of what has been termed Agriculture 4.0. Although the literature acknowledges the advances associated with digitalization, studies comparing how different experts interpret the effects of these technologies remain limited. In this context, this study aims to analyze the asymmetries and complementarities between the perceptions of academic specialists and field specialists regarding the impacts of Agriculture 4.0 technologies on production units. This study represents an analytical excerpt derived from a broader qualitative investigation based on interviews with agribusiness specialists. Data were analyzed using content analysis, allowing the identification of interpretative patterns associated with the different professional backgrounds of the participants. The results indicate that academic specialists tend to emphasize structural and systemic aspects of digital transformation, whereas field specialists prioritize operational aspects and practical outcomes related to technology adoption. These differences do not represent conflicting views but rather complementary perspectives that contribute to a broader understanding of the digital transformation process in agriculture. As a contribution, the study highlights that the integration of scientific knowledge and practical experience can enhance the understanding of technological impacts and support technology diffusion processes more aligned with production realities. The findings reinforce the importance of approaches that consider digitalization as a sociotechnical phenomenon influenced by both technological and organizational factors..

Keywords: Agriculture 4.0; technology adoption; digital agriculture; experts; innovation diffusion.

1. Introdução

A incorporação de tecnologias digitais no setor agropecuário tem intensificado o debate sobre os impactos da transformação tecnológica nas unidades de produção e nas cadeias

produtivas. O avanço de soluções associadas ao chamado Agro 4.0, como sensoriamento, automação, plataformas digitais e sistemas de análise de dados, tem sido relacionado ao aumento da eficiência produtiva, à melhoria do controle operacional e à ampliação da capacidade de tomada de decisão baseada em informações (Wolfert et al., 2017; Klerkx et al., 2019). Nesse contexto, a digitalização da produção agropecuária passa a ser compreendida não apenas como um processo de modernização tecnológica, mas como uma transformação que envolve mudanças organizacionais, gerenciais e institucionais.

Apesar do avanço dessas tecnologias, a literatura tem destacado que os processos de adoção tecnológica no agro não ocorrem de forma homogênea, sendo fortemente influenciados pelas características do ambiente produtivo, pelas condições estruturais das unidades e pelas percepções dos agentes envolvidos (Rogers, 2003; Rotz et al., 2019). Nesse sentido, a forma como diferentes atores interpretam o papel das tecnologias torna-se um elemento relevante para compreender tanto os processos de adoção quanto os resultados associados ao seu uso.

Entre esses atores, destacam-se os especialistas vinculados à academia e à pesquisa, bem como os especialistas com atuação direta no mercado e na assistência técnica. Enquanto especialistas da academia tendem a analisar a digitalização a partir de uma perspectiva mais sistêmica, enfatizando aspectos estruturais, integração de dados e transformações organizacionais, especialistas com atuação no campo frequentemente priorizam aspectos relacionados à viabilidade econômica, à operacionalização das tecnologias e aos resultados práticos observados nas unidades produtivas. Essas diferenças de percepção não necessariamente representam visões conflitantes, podendo indicar diferentes níveis de observação de um mesmo fenômeno.

Embora existam estudos sobre adoção tecnológica e digitalização no agronegócio, ainda são limitadas as pesquisas que buscam comparar de forma sistemática as percepções de diferentes grupos de especialistas sobre os impactos das tecnologias digitais no contexto produtivo. Essa lacuna mostra-se relevante, pois a compreensão dessas diferentes perspectivas pode contribuir para explicar como o conhecimento técnico e a experiência prática se articulam na interpretação dos efeitos das tecnologias e na orientação das decisões de adoção.

Diante desse contexto, o presente estudo busca responder à seguinte questão de pesquisa: como especialistas da academia e especialistas com atuação no mercado percebem os impactos da digitalização do agronegócio e em que medida essas percepções revelam assimetrias e complementaridades na compreensão desse processo?

O objetivo do estudo consiste em analisar as assimetrias e complementaridades existentes entre as percepções de especialistas da academia e especialistas do mercado sobre os impactos das tecnologias digitais no agronegócio. Especificamente, busca-se identificar como esses grupos interpretam o papel do contexto produtivo, das soluções tecnológicas e dos efeitos associados à sua adoção.

A relevância do estudo reside no fato de que a comparação entre diferentes perspectivas permite avançar na compreensão da digitalização como um fenômeno sociotécnico, no qual conhecimento científico e experiência prática contribuem de forma complementar para a interpretação dos processos de transformação produtiva. Do ponto de vista teórico, o estudo contribui ao evidenciar que diferentes grupos de especialistas podem enfatizar dimensões distintas do mesmo fenômeno, reforçando a importância de abordagens integradas na análise da transformação digital no agro. Do ponto de vista prático, os resultados podem contribuir para aproximar a produção de conhecimento acadêmico das demandas observadas no campo, favorecendo processos de difusão tecnológica mais alinhados às condições reais das unidades produtivas.

Além disso, o estudo contribui ao evidenciar que as diferenças entre especialistas não devem ser interpretadas apenas como divergências, mas também como perspectivas complementares que, quando analisadas de forma integrada, permitem uma compreensão mais abrangente dos impactos da digitalização. Essa interpretação reforça a compreensão de que a transformação digital no agronegócio depende tanto da evolução tecnológica quanto da capacidade dos agentes em interpretar, adaptar e incorporar essas soluções em seus contextos produtivos.

Cabe destacar que este estudo constitui um recorte analítico derivado de uma investigação mais ampla que buscou compreender os impactos das tecnologias 4.0 nas unidades de produção agropecuária a partir da percepção de especialistas e produtores. Durante o processo de análise das entrevistas, observou-se a existência de padrões recorrentes na forma como especialistas vinculados à academia e especialistas com atuação no mercado interpretavam o papel das tecnologias e seus impactos. A identificação dessas diferenças motivou o desenvolvimento deste estudo específico, com foco na análise das assimetrias e complementaridades entre essas perspectivas como forma de aprofundar a compreensão do fenômeno investigado.

Este artigo está estruturado em cinco seções, além desta introdução. A segunda seção apresenta a revisão de literatura que fundamenta a análise da digitalização e da adoção

tecnológica no agronegócio. A terceira seção descreve os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. A quarta seção apresenta e discute os resultados, com ênfase nas assimetrias e complementaridades identificadas entre os grupos de especialistas. Por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais do estudo, suas implicações e sugestões para pesquisas futuras.

2. Adoção de tecnologias 4.0 no agronegócio e diferentes perspectivas de análise

A incorporação de tecnologias digitais no setor agropecuário tem sido associada ao avanço do chamado Agro 4.0, caracterizado pela utilização de sensores, Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, automação e análise de dados como instrumentos de apoio à gestão produtiva. Nesse contexto, a digitalização da agricultura representa uma transformação que vai além da mecanização tradicional, envolvendo a integração de dados, a conectividade entre sistemas produtivos e o uso estratégico da informação na tomada de decisão (Wolfert et al., 2017; Klerkx et al., 2019).

Estudos recentes reforçam que a digitalização agrícola deve ser compreendida como um processo sistêmico que envolve dimensões tecnológicas, organizacionais e institucionais. A literatura aponta que a adoção de tecnologias digitais depende não apenas da disponibilidade das soluções, mas também da infraestrutura, da capacitação dos produtores, da integração com cadeias produtivas e da capacidade de absorção tecnológica das unidades produtivas (Uztürk & Büyüközkan, 2024; Geng et al., 2024; Jakku et al., 2023). Nesse sentido, a digitalização não ocorre de forma homogênea, sendo condicionada por fatores estruturais e pelas características dos sistemas produtivos.

A literatura também destaca que os benefícios das tecnologias digitais tendem a ser mais evidentes quando estas são integradas aos processos gerenciais das propriedades. Entre os principais resultados observados estão a melhoria do controle produtivo, a redução de custos operacionais, o aumento da eficiência no uso de insumos e a ampliação da capacidade de monitoramento dos sistemas produtivos (Geng et al., 2024). Ao mesmo tempo, estudos indicam que a efetividade dessas tecnologias depende da capacidade dos produtores em interpretar os dados gerados e transformá-los em decisões gerenciais, o que reforça o papel das capacidades cognitivas e gerenciais no processo de digitalização (Bronson, 2019; Ingram & Maye, 2020).

Outro aspecto recorrente na literatura recente refere-se às barreiras à adoção tecnológica. Estudos apontam que desafios como custos de implementação, conectividade limitada, dependência de fornecedores, falta de capacitação técnica e dificuldades de integração entre sistemas continuam sendo fatores que limitam a difusão das tecnologias digitais no agro

(Islam et al., 2024; Addorisio et al., 2025). Esses fatores reforçam a compreensão de que a digitalização deve ser analisada como um processo sociotécnico, no qual a tecnologia e as condições organizacionais interagem de forma dinâmica.

Além dos fatores técnicos e estruturais, pesquisas recentes têm destacado que a adoção tecnológica também é influenciada por fatores sociais e institucionais, incluindo pressão de mercado, exigências de rastreabilidade, influência de redes técnicas e expectativas em relação aos resultados econômicos (Klerkx et al., 2019; Rotz et al., 2019; Geng et al., 2024). Nesse contexto, a literatura clássica sobre difusão da inovação permanece relevante como base teórica para compreender como percepções de utilidade, risco e complexidade influenciam as decisões de adoção tecnológica (Rogers, 2003), sendo esses elementos também confirmados por estudos recentes sobre digitalização agrícola.

Apesar dos avanços observados nesse campo, ainda são limitados os estudos que analisam de forma comparativa como diferentes grupos de especialistas interpretam os impactos das tecnologias digitais. Essa lacuna torna-se relevante na medida em que especialistas vinculados à academia tendem a enfatizar dimensões estruturais e sistêmicas da transformação digital, enquanto especialistas com atuação prática frequentemente priorizam aspectos relacionados à viabilidade econômica, à operacionalização das tecnologias e aos resultados percebidos nas unidades produtivas. Essa distinção é consistente com estudos que indicam a existência de diferenças entre conhecimento científico e conhecimento prático nos processos de difusão tecnológica (Klerkx & Proctor, 2013; Ingram, 2018).

Nesse sentido, compreender essas diferentes perspectivas torna-se relevante para avançar na interpretação da digitalização como um processo que envolve não apenas a introdução de tecnologias, mas também a forma como diferentes atores interpretam seus efeitos e condicionantes. A análise dessas diferentes leituras pode contribuir para compreender como conhecimento científico e experiência prática se articulam na interpretação dos impactos das tecnologias e na orientação dos processos de adoção.

Dessa forma, a análise das percepções de diferentes grupos de especialistas permite avançar na compreensão da digitalização como um processo progressivo e condicionado, no qual os resultados dependem tanto das características das tecnologias quanto da forma como estas são incorporadas às rotinas produtivas e gerenciais. Essa perspectiva reforça a importância

de abordagens que considerem simultaneamente as dimensões tecnológicas e humanas da transformação digital no agronegócio.

3. Metodologia

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratório-descritiva, desenvolvida a partir de um recorte analítico de uma investigação mais ampla que teve como objetivo compreender os impactos das tecnologias 4.0 nas unidades de produção agropecuária. A pesquisa original foi estruturada a partir de entrevistas com especialistas e produtores rurais, buscando identificar como as tecnologias digitais são percebidas, interpretadas e incorporadas aos sistemas produtivos.

No contexto dessa investigação mais ampla, observou-se a existência de diferenças recorrentes entre as percepções de especialistas vinculados à academia e especialistas com atuação no mercado. A identificação desse padrão analítico motivou a realização deste recorte específico, voltado à análise comparativa dessas diferentes perspectivas, com o objetivo de compreender em que medida essas interpretações revelam assimetrias e complementaridades na compreensão dos impactos da digitalização no agronegócio.

A amostra foi composta por 21 especialistas selecionados de forma intencional, considerando sua experiência profissional, trajetória de atuação e envolvimento com o tema das tecnologias aplicadas ao agronegócio. Conforme a lógica da amostragem intencional em pesquisas qualitativas, buscou-se a inclusão de participantes capazes de contribuir com conhecimento qualificado sobre o fenômeno investigado.

Os participantes foram organizados em dois grupos analíticos. O primeiro grupo foi composto por especialistas vinculados à academia e à pesquisa, incluindo professores e pesquisadores com atuação em temas relacionados à inovação, digitalização e gestão agropecuária. O segundo grupo foi composto por especialistas com atuação no mercado, incluindo profissionais ligados a empresas de tecnologia, assistência técnica, consultoria e atividades relacionadas à difusão de inovações no setor agropecuário. Essa distinção permitiu comparar diferentes formas de interpretação do fenômeno a partir de trajetórias profissionais distintas.

A coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas semiestruturadas, conduzidas a partir de um roteiro previamente elaborado com base na literatura sobre digitalização agrícola e adoção tecnológica. As entrevistas buscaram compreender as percepções dos especialistas sobre três eixos principais: o contexto produtivo, o papel das tecnologias digitais e os efeitos associados à sua adoção nas unidades de produção agropecuária. As entrevistas foram

registradas em áudio mediante consentimento dos participantes e posteriormente transcritas integralmente para análise.

O número de entrevistas foi definido com base no critério de saturação teórica, considerando o momento em que novos depoimentos deixaram de acrescentar elementos analíticos substantivamente distintos aos já identificados na pesquisa qualitativa.

Os dados foram analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme proposta por Bardin (2011), seguindo as etapas de pré-análise, exploração do material e interpretação dos resultados. A análise foi orientada por categorias derivadas do modelo teórico adotado na pesquisa mais ampla, envolvendo aspectos relacionados ao contexto produtivo, às soluções tecnológicas e aos efeitos percebidos da adoção tecnológica.

Para fins deste estudo, foi realizada uma análise comparativa entre os dois grupos de especialistas, buscando identificar convergências analíticas, assimetrias interpretativas e elementos de complementaridade nas percepções apresentadas. Essa estratégia permitiu compreender como diferentes experiências profissionais e contextos de atuação influenciam a forma como as tecnologias são interpretadas e avaliadas.

Como procedimentos de rigor metodológico, foram adotadas estratégias como a comparação sistemática entre grupos, a interpretação baseada em evidências empíricas derivadas das entrevistas e a triangulação com a literatura especializada. Esses procedimentos buscaram reforçar a consistência analítica da pesquisa e a confiabilidade das interpretações construídas. Além disso, foi preservado o anonimato dos participantes, sendo os especialistas identificados apenas por códigos numéricos (Esp. 01 a Esp. 21).

Por se tratar de um recorte analítico de uma pesquisa mais ampla, este estudo não busca a generalização estatística dos resultados, mas sim o aprofundamento analítico das diferentes perspectivas existentes sobre a adoção tecnológica no agronegócio. Nesse sentido, a contribuição do estudo reside na ampliação da compreensão qualitativa do fenômeno, a partir da interpretação das diferentes leituras construídas por especialistas com trajetórias distintas.

4. Apresentação, Análise e discussão dos Resultados

A análise das entrevistas permitiu identificar que, embora exista convergência entre os especialistas quanto à relevância das tecnologias digitais para o avanço da produção agropecuária, emergem diferenças consistentes na forma como especialistas vinculados à academia e especialistas com atuação no mercado interpretam o papel dessas tecnologias e os efeitos associados à sua adoção. Essas diferenças não se configuram como visões contraditórias,

mas como leituras que enfatizam dimensões distintas de um mesmo processo de transformação tecnológica.

Esse resultado reforça a pertinência do recorte analítico adotado neste artigo, uma vez que a identificação dessas assimetrias emergiu como um achado relevante no contexto da pesquisa mais ampla que fundamenta este estudo. A comparação entre os grupos permitiu observar que as diferenças não se referem à aceitação ou rejeição das tecnologias, mas à forma como seus impactos são interpretados, especialmente no que se refere aos efeitos sobre a gestão das unidades produtivas, a eficiência técnico-operacional e as condições de sustentabilidade da atividade agropecuária.

De modo geral, especialistas vinculados à academia tendem a privilegiar uma interpretação mais sistêmica do processo de digitalização, destacando aspectos relacionados à integração de dados, à reorganização dos sistemas produtivos e à necessidade de desenvolvimento de capacidades analíticas para o uso estratégico das tecnologias. Por sua vez, especialistas com atuação no mercado tendem a enfatizar aspectos relacionados à operacionalização das soluções tecnológicas, aos ganhos de eficiência produtiva, à viabilidade econômica dos investimentos e aos resultados percebidos no cotidiano das propriedades.

Essa diferença de enfoque sugere que os especialistas observam o fenômeno a partir de distintos níveis analíticos. Enquanto a academia tende a enfatizar processos estruturais e implicações de médio e longo prazo, especialistas do mercado tendem a priorizar desafios associados à implementação das tecnologias e resultados observáveis no curto prazo. Essa evidência mostra-se coerente com a literatura que interpreta a digitalização agrícola como um fenômeno sociotécnico, no qual diferentes experiências profissionais, trajetórias institucionais e formas de interação com a inovação influenciam a maneira como as tecnologias são interpretadas e incorporadas aos sistemas produtivos (Wolfert et al., 2017; Klerkx et al., 2019; Rotz et al., 2019).

A partir dessas evidências, a seção de resultados está organizada de forma a evidenciar essas diferenças interpretativas e suas implicações analíticas. Inicialmente, são apresentadas as assimetrias identificadas nas percepções dos especialistas e as formas pelas quais essas diferenças podem ser interpretadas como perspectivas complementares sobre o processo de digitalização. Na sequência, são apresentados fragmentos empíricos que ilustram essas diferenças de ênfase, seguidos da discussão dos resultados à luz da literatura e de uma síntese interpretativa dos principais achados do estudo.

4.1 Assimetrias e complementaridades na interpretação das tecnologias digitais

A análise comparativa das entrevistas permitiu identificar diferenças recorrentes nas ênfases atribuídas ao papel das tecnologias digitais no contexto das Unidades de Produção Agropecuária. De modo geral, especialistas vinculados à academia tendem a interpretar a digitalização como parte de um processo mais amplo de transformação da agricultura, envolvendo mudanças organizacionais, integração de sistemas produtivos e crescente dependência de capacidades analíticas e gerenciais. Em contraste, especialistas com atuação no mercado tendem a interpretar as tecnologias predominantemente como instrumentos voltados à melhoria da eficiência produtiva, ao aumento do controle operacional e à redução de riscos associados à produção.

Essas diferenças não representam divergências conceituais quanto à importância das tecnologias, mas distintos focos analíticos derivados das diferentes formas de interação desses especialistas com o fenômeno tecnológico. Enquanto a academia tende a enfatizar as condições estruturais necessárias para a consolidação da digitalização, especialistas do mercado tendem a enfatizar a viabilidade prática, os desafios de implementação e os resultados observados nas unidades produtivas.

Esse resultado mostra-se consistente com estudos que indicam que a digitalização agrícola envolve simultaneamente mudanças tecnológicas, organizacionais e institucionais, exigindo não apenas infraestrutura adequada, mas também o desenvolvimento de capacidades organizacionais e gerenciais para sua efetiva incorporação (Klerkx et al., 2019). De forma complementar, a literatura sobre difusão de inovações indica que a adoção tecnológica tende a avançar quando os agentes percebem benefícios concretos e redução de incertezas associadas ao investimento, o que ajuda a explicar a ênfase pragmática observada entre especialistas do mercado (Rogers, 2003).

A partir dessas evidências, observa-se que as diferenças identificadas não configuram perspectivas excludentes, mas leituras complementares do mesmo processo. Enquanto a abordagem acadêmica contribui para compreender condicionantes estruturais e implicações organizacionais da digitalização, a abordagem prática contribui para compreender os mecanismos concretos de adoção, os limites operacionais e os critérios efetivos de decisão utilizados no contexto produtivo.

As principais assimetrias e complementaridades identificadas são sintetizadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Assimetrias e complementaridades entre especialistas da academia e especialistas do mercado

Dimensão de análise	Especialistas da academia	Especialistas do mercado	Complementariedade identificada
Papel das tecnologias	Instrumentos de transformação produtiva e organizacional	Ferramentas para melhoria da eficiência operacional	Integração entre visão estratégica e aplicação prática
Foco principal	Gestão de dados e tomada de decisão	Resultados produtivos e redução de perdas	Uso estratégico dos dados para melhoria operacional
Benefícios percebidos	Integração de sistemas e melhoria da gestão	Ganhos de produtividade e controle dos processos	Complementariedade entre gestão e eficiência
Desafios destacados	Infraestrutura digital e governança de dados	Custos, suporte técnico e adaptação operacional	Necessidade de alinhamento entre viabilidade técnica e econômica
Processo de adoção	Evolução da maturidade tecnológica	Aprendizado prático e adoção gradual	Adoção incremental baseada em experiência
Expectativas futuras	Transformação estrutural da produção	Consolidação de ganhos produtivos	Convergência entre evolução tecnológica e resultados práticos

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

Os resultados apresentados no Quadro 1 indicam que especialistas da academia tendem a enfatizar o papel das tecnologias na reorganização dos sistemas produtivos e na ampliação da capacidade de gestão baseada em dados. Em contraste, especialistas do mercado tendem a enfatizar a capacidade das tecnologias de melhorar o desempenho produtivo, aumentar o controle operacional e reduzir incertezas associadas ao processo produtivo.

Essa diferença reforça a interpretação de que a digitalização pode ser simultaneamente compreendida como um processo de transformação organizacional e como um instrumento de eficiência produtiva, dependendo do ponto de observação do analista. Sob essa perspectiva, as assimetrias identificadas não representam contradições interpretativas, mas diferentes níveis de análise do mesmo fenômeno, cuja integração contribui para uma compreensão mais abrangente dos efeitos das tecnologias digitais no agronegócio.

.4.2 Evidências empíricas das diferenças de percepção

Para além da síntese analítica das categorias identificadas, a análise dos fragmentos das entrevistas permite observar empiricamente como essas diferenças de percepção se manifestam nos discursos dos especialistas. A leitura comparativa dos depoimentos evidencia que as distinções entre os grupos não se configuram como divergências substantivas quanto à relevância das tecnologias digitais no agronegócio, mas como diferenças na forma de interpretar seus significados, implicações e condicionantes de adoção.

De modo geral, especialistas vinculados à academia e à pesquisa tendem a enfatizar dimensões estruturais associadas à incorporação tecnológica, destacando aspectos como aprendizagem organizacional, reorganização dos sistemas produtivos, dependência tecnológica e necessidade de desenvolvimento de capacidades analíticas. Por sua vez, especialistas com atuação no mercado tendem a enfatizar aspectos relacionados à funcionalidade das tecnologias, sua capacidade de resolver problemas concretos das unidades produtivas e seus efeitos sobre eficiência operacional e viabilidade econômica.

Essas diferenças de ênfase tornam-se particularmente visíveis quando se observam os fragmentos das entrevistas, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Fragmentos ilustrativos das percepções dos especialistas

Categoria analítica	Posição dos especialistas da academia/pesquisa	Posição dos especialistas do mercado
Natureza das tecnologias digitais	Especialistas da academia tendem a interpretar as tecnologias como parte de uma transformação estrutural da produção, destacando a necessidade de desenvolvimento de capacidades analíticas: "A principal questão é aprender a lidar com essa nova estrutura baseada em dados, porque a tecnologia exige capacidade de interpretação" (Esp.01). Também enfatizam a necessidade de compreensão sistêmica: "A tecnologia muda a forma de organizar o sistema produtivo, não apenas o equipamento" (Esp.07).	Especialistas do mercado tendem a interpretar as tecnologias como ferramentas necessárias para manter competitividade: "Hoje todas as máquinas já saem com tecnologia, quem não acompanha acaba ficando para trás" (Esp.02). Também enfatizam sua funcionalidade: "A tecnologia precisa resolver problema prático dentro da propriedade" (Esp.04).
Papel dos dados na gestão	Especialistas destacam a necessidade de capacidade cognitiva: "O desafio não é gerar dados, mas transformar dados em decisão" (Esp.10). Também destacam o papel do conhecimento técnico: "A interpretação das informações passa a ser uma competência central do produtor" (Esp.13).	Especialistas do mercado enfatizam limitações práticas: "Tem propriedades que têm dados mas não usam porque falta capacitação" (Esp.12). Também ressaltam dificuldades operacionais: "O produtor muitas vezes não consegue aproveitar tudo que o sistema gera" (Esp.05).
Impactos técnico-operacionais	Academia destaca ganhos sistêmicos: "O bem-estar animal melhora desempenho porque melhora todo o sistema produtivo" (Esp.09).	Mercado enfatiza ganhos operacionais: "Os sensores ajudam a reduzir perdas e melhorar resultados dos lotes" (Esp.04).
Impactos econômicos percebidos	Academia enfatiza cautela econômica: "O aumento de produtividade nem sempre significa retorno imediato" (Esp.10).	Mercado enfatiza viabilidade: "O produtor só continua investindo quando percebe retorno econômico" (Esp.19).
Transformações no trabalho rural	Academia destaca mudanças estruturais: "A automação muda a relação com o trabalho e pode influenciar a sucessão" (Esp.13).	Mercado enfatiza redução de esforço: "A tecnologia reduz a dependência de mão de obra pesada" (Esp.18).

Barreiras estruturais à adoção	Academia enfatiza infraestrutura: "A conectividade ainda limita a expansão dessas tecnologias" (Esp.14).	Mercado enfatiza custo e suporte: "O maior desafio ainda é o custo inicial e a assistência técnica" (Esp.05).
Processo de adoção tecnológica	Academia interpreta como processo de maturidade: "A adoção é gradual e depende da capacidade de aprendizagem" (Esp.11).	Mercado interpreta como processo de teste: "O produtor adota quando vê que funciona na prática" (Esp.02).
Formação de expectativas	Academia enfatiza riscos estruturais: "Existe dependência tecnológica quando o sistema inteiro muda" (Esp.01).	Mercado enfatiza resultado prático: "A decisão depende da confiança no resultado" (Esp.16).

Fonte: Dados da pesquisa (2026)

A análise dos fragmentos apresentados no Quadro 2 permite identificar um padrão consistente de diferenciação interpretativa entre os grupos de especialistas. No campo acadêmico, observa-se uma tendência de compreender as tecnologias digitais como parte de um processo mais amplo de transformação dos sistemas produtivos, no qual a incorporação tecnológica está associada a mudanças na organização da produção, nas competências requeridas dos produtores e nas formas de gestão baseadas em dados.

Essa interpretação aparece, por exemplo, quando especialistas destacam que o principal desafio não reside apenas na aquisição das tecnologias, mas na capacidade de interpretação das informações geradas e na construção de competências analíticas capazes de transformar dados em decisões produtivas. Essa perspectiva sugere uma compreensão das tecnologias como elementos que reconfiguram a lógica produtiva e demandam novas capacidades organizacionais e cognitivas.

Em contraste, os especialistas do mercado tendem a enfatizar uma leitura mais pragmática da adoção tecnológica, na qual o foco recai sobre a capacidade das tecnologias de resolver problemas concretos das unidades de produção, melhorar indicadores produtivos e reduzir perdas operacionais. Nessa perspectiva, a tecnologia é interpretada principalmente como instrumento de eficiência, cuja legitimidade é construída a partir dos resultados observáveis no cotidiano produtivo.

Essa diferença de enfoque também se manifesta na forma como os impactos econômicos são interpretados. Enquanto especialistas da academia tendem a enfatizar a necessidade de cautela na avaliação dos retornos econômicos, destacando que ganhos produtivos nem sempre se traduzem automaticamente em rentabilidade, especialistas do mercado tendem a associar a continuidade da adoção tecnológica à percepção de retorno econômico pelos produtores, reforçando a centralidade da viabilidade financeira nas decisões de investimento.

Dinâmica semelhante pode ser observada na interpretação das barreiras à adoção tecnológica. Especialistas da academia tendem a destacar fatores estruturais, como limitações de infraestrutura e conectividade, enquanto especialistas do mercado enfatizam fatores mais diretamente relacionados à implementação, como custos iniciais, necessidade de assistência técnica e dificuldades operacionais enfrentadas pelos produtores no uso cotidiano das tecnologias.

Esses achados sugerem que as diferenças observadas refletem menos posições antagônicas e mais distintas posições de observação do fenômeno tecnológico. Enquanto a academia tende a observar o processo sob uma perspectiva sistêmica e de longo prazo, o mercado tende a interpretá-lo a partir de sua operacionalização prática e dos resultados obtidos no curto e médio prazo.

Essa distinção é particularmente relevante porque evidencia que as diferentes percepções não são excludentes, mas potencialmente complementares. A compreensão estrutural trazida pela academia contribui para identificar condicionantes, riscos e necessidades de desenvolvimento de capacidades, enquanto a experiência prática do mercado contribui para evidenciar a viabilidade, os limites operacionais e as condições reais de implementação das tecnologias nas unidades produtivas.

Sob essa perspectiva, os resultados reforçam a interpretação de que a digitalização da produção agropecuária pode ser compreendida simultaneamente como um processo de transformação estrutural e como um processo incremental de melhoria de eficiência. A ênfase em uma ou outra dimensão depende, em grande medida, da posição institucional e da experiência prática dos atores envolvidos com o fenômeno.

Esse resultado constitui um dos principais achados empíricos do estudo, ao evidenciar que as assimetrias de percepção identificadas não representam conflitos interpretativos, mas diferentes formas de leitura de um mesmo processo de transformação tecnológica. Essa constatação reforça o argumento central deste artigo de que os olhares provenientes da academia e do mercado devem ser interpretados como perspectivas complementares, cuja integração pode contribuir para uma compreensão mais abrangente dos impactos das tecnologias 4.0 nas Unidades de Produção Agropecuária.

4.3 Discussão dos resultados à luz da literatura

Os resultados obtidos dialogam com a literatura que interpreta a digitalização da agricultura como um processo multifacetado, no qual a incorporação tecnológica está associada não apenas à introdução de novos artefatos produtivos, mas também a transformações

organizacionais, gerenciais e cognitivas. Nesse sentido, estudos indicam que os impactos das tecnologias digitais dependem não apenas de sua disponibilidade, mas da capacidade dos agentes em interpretar os dados gerados e incorporá-los aos processos de tomada de decisão (Wolfert et al., 2017).

Essa perspectiva contribui para compreender por que os especialistas vinculados à academia tendem a enfatizar dimensões relacionadas à aprendizagem, à reorganização produtiva e ao desenvolvimento de capacidades analíticas. Ao interpretar as tecnologias como parte de um processo de transformação mais amplo, esses especialistas aproximam-se da literatura que compreende a agricultura digital como um fenômeno sociotécnico, no qual os resultados dependem da interação entre tecnologia, conhecimento e capacidade organizacional.

De forma convergente, Klerkx et al. (2019) argumentam que a transformação digital no agronegócio depende da interação entre infraestrutura tecnológica, competências humanas e sistemas de inovação. Essa abordagem ajuda a explicar por que as percepções dos especialistas da academia tendem a enfatizar fatores estruturais e sistêmicos, enquanto os especialistas do mercado tendem a destacar aspectos relacionados à implementação prática, operacionalização das tecnologias e obtenção de resultados produtivos.

Essa distinção também encontra respaldo em estudos que indicam que a adoção de tecnologias digitais na agricultura ocorre de forma incremental e fortemente condicionada à percepção de benefícios concretos por parte dos produtores. Nesse contexto, a experimentação prática, a observação de resultados e a redução de incertezas desempenham papel central nas decisões de adoção, o que reforça a relevância da perspectiva pragmática identificada entre especialistas do mercado (Rotz et al., 2019).

Outro aspecto relevante refere-se ao papel das capacidades humanas no processo de digitalização. Enquanto especialistas da academia tendem a enfatizar a necessidade de desenvolvimento de capacidades cognitivas e gerenciais para a utilização estratégica das tecnologias, especialistas do mercado tendem a destacar a importância do suporte técnico, da assistência especializada e das condições econômicas necessárias para viabilizar a adoção. Essa distinção reforça a interpretação de que a digitalização não depende exclusivamente da existência das tecnologias, mas da combinação entre capacidades organizacionais, suporte técnico e condições econômicas favoráveis.

Nesse sentido, os achados deste estudo reforçam a interpretação de que a adoção tecnológica nas Unidades de Produção Agropecuária deve ser compreendida como um processo multidimensional, no qual fatores técnicos, econômicos e organizacionais interagem de forma

dinâmica. Essa evidência converge com a literatura que destaca que a transformação digital no campo ocorre de forma heterogênea e condicionada por capacidades locais, trajetórias tecnológicas e condições institucionais.

Mais do que evidenciar diferenças de percepção, os resultados sugerem que os distintos olhares identificados entre especialistas da academia e do mercado refletem diferentes níveis de aproximação com o fenômeno empírico. Enquanto a academia tende a enfatizar implicações estruturais e efeitos de longo prazo, o mercado tende a enfatizar viabilidade, funcionalidade e resultados observáveis no curto prazo. Essa diferenciação reforça o argumento central deste artigo de que tais perspectivas devem ser interpretadas como complementares, e não como visões concorrentes.

A partir dessa interpretação, pode-se argumentar que a compreensão dos impactos das tecnologias 4.0 nas Unidades de Produção Agropecuária torna-se mais robusta quando incorpora simultaneamente essas duas perspectivas. Enquanto a abordagem acadêmica contribui para compreender condicionantes estruturais e implicações sistêmicas da digitalização, a abordagem prática contribui para compreender os mecanismos concretos de adoção, os limites operacionais e os critérios efetivos de decisão utilizados pelos produtores.

Assim, os resultados deste estudo contribuem para a literatura ao evidenciar que a compreensão dos processos de digitalização no agronegócio pode ser enriquecida quando diferentes perspectivas analíticas são consideradas de forma integrada, permitindo uma leitura mais abrangente dos fatores que condicionam a adoção tecnológica e seus efeitos sobre o desempenho das unidades produtivas..

4.4 Síntese interpretativa dos achados

De forma integrada, os resultados indicam que as diferenças identificadas entre os grupos analisados refletem menos divergências interpretativas e mais distintos pontos de observação sobre um mesmo processo de transformação tecnológica. Enquanto especialistas vinculados à academia tendem a enfatizar a digitalização como um fenômeno associado à transformação estrutural dos sistemas produtivos e das práticas de gestão, especialistas com atuação no mercado tendem a destacar os efeitos mais diretamente observáveis da adoção tecnológica, especialmente aqueles relacionados à eficiência operacional, à melhoria de indicadores produtivos e à viabilidade econômica dos investimentos realizados.

Essa evidência reforça a importância de abordagens analíticas que considerem a coexistência de diferentes perspectivas como elemento explicativo do próprio processo de digitalização. Nesse sentido, os resultados sugerem que a compreensão dos impactos das

tecnologias digitais no agronegócio torna-se mais consistente quando incorpora simultaneamente dimensões estruturais, organizacionais e operacionais, evitando interpretações unidimensionais do fenômeno.

Os achados também indicam que a adoção tecnológica nas Unidades de Produção Agropecuária pode ser interpretada como um processo progressivo e cumulativo, no qual os benefícios tendem a se consolidar à medida que as tecnologias são gradualmente incorporadas às rotinas produtivas e às práticas de gestão. Essa dinâmica reforça a interpretação de que os efeitos da digitalização não decorrem apenas da introdução pontual de tecnologias, mas do processo de aprendizagem associado ao seu uso continuado e à sua integração aos sistemas produtivos.

Do ponto de vista teórico, o estudo contribui ao evidenciar que diferentes grupos de especialistas tendem a enfatizar dimensões distintas do processo de digitalização, sugerindo que abordagens analíticas que integrem essas diferentes leituras podem oferecer maior capacidade explicativa sobre os condicionantes e os efeitos da adoção tecnológica. Essa evidência reforça a relevância de perspectivas que considerem a digitalização como um fenômeno sociotécnico, no qual tecnologias, capacidades humanas e condições organizacionais interagem de forma dinâmica.

Do ponto de vista prático, os resultados sugerem que a aproximação entre conhecimento acadêmico e experiência prática pode contribuir para processos de difusão tecnológica mais consistentes e mais aderentes às condições reais das unidades produtivas. Essa articulação pode favorecer tanto a formulação de estratégias de adoção mais realistas quanto o desenvolvimento de iniciativas de capacitação e suporte técnico mais alinhadas às necessidades dos produtores.

Em termos interpretativos, os resultados permitem avançar na compreensão de que as assimetrias identificadas entre os grupos analisados não reduzem a capacidade explicativa do fenômeno, mas, ao contrário, contribuem para ampliá-la. Ao evidenciar diferentes formas de interpretar a digitalização do agronegócio, o estudo demonstra que teoria e prática não operam como polos opostos, mas como perspectivas analíticas distintas que, quando consideradas de forma integrada, permitem uma compreensão mais abrangente dos impactos das tecnologias digitais nas Unidades de Produção Agropecuária.

Essa constatação reforça o argumento central deste artigo de que as diferenças de percepção identificadas devem ser interpretadas como expressões de complementaridade cognitiva entre diferentes comunidades epistêmicas envolvidas com o processo de

transformação tecnológica no agronegócio, contribuindo para uma leitura mais abrangente e empiricamente fundamentada do fenômeno.

5. Considerações finais

Este estudo teve como objetivo analisar como diferentes especialistas interpretam os impactos das tecnologias 4.0 nas Unidades de Produção Agropecuária, a partir da comparação entre profissionais vinculados à academia e especialistas com atuação direta no setor produtivo. A análise realizada permitiu identificar que as diferenças observadas estão menos associadas a discordâncias conceituais sobre a relevância das tecnologias e mais relacionadas às diferentes posições ocupadas por esses especialistas no ecossistema de inovação do agronegócio.

Nesse sentido, os resultados sugerem que as interpretações sobre o papel das tecnologias digitais tendem a refletir o tipo de interação que cada grupo mantém com o processo de digitalização. Especialistas vinculados à pesquisa e à academia tendem a observar o fenômeno a partir de uma perspectiva mais abrangente, enfatizando condicionantes estruturais, necessidades de desenvolvimento de capacidades e implicações organizacionais da transformação digital. Por outro lado, especialistas com atuação direta no setor produtivo tendem a enfatizar aspectos relacionados à operacionalização das tecnologias, aos desafios de implementação e aos efeitos percebidos na rotina produtiva.

Essa distinção reforça a interpretação de que a digitalização da agropecuária não deve ser compreendida apenas como um processo de incorporação tecnológica, mas também como um processo interpretativo, no qual diferentes atores constroem leituras próprias sobre o papel, os limites e os efeitos das inovações. Essa constatação evidencia a importância de considerar a pluralidade de perspectivas como elemento relevante para compreender a dinâmica de adoção tecnológica no setor.

Mais do que evidenciar diferenças de percepção, o estudo indica que essas distintas formas de interpretação podem ser compreendidas como complementares. Os resultados sugerem que a compreensão dos impactos das tecnologias digitais tende a ser mais consistente quando considera simultaneamente as dimensões estruturais da digitalização e os desafios práticos associados à sua implementação. Essa leitura permite compreender que o avanço tecnológico no agronegócio depende não apenas do desenvolvimento de soluções tecnológicas, mas também da capacidade dos agentes em incorporá-las de forma efetiva às práticas produtivas e gerenciais.

Do ponto de vista teórico, o estudo contribui ao reforçar a importância de abordagens que compreendam a adoção tecnológica como um fenômeno multifacetado, influenciado por

fatores técnicos, organizacionais e cognitivos. Ao evidenciar que diferentes grupos de especialistas tendem a enfatizar dimensões distintas de um mesmo processo, o estudo reforça a relevância de interpretações que busquem integrar essas diferentes leituras, em vez de tratá-las como visões concorrentes ou excludentes.

Do ponto de vista aplicado, os resultados sugerem que iniciativas voltadas à difusão tecnológica no agronegócio podem se beneficiar da aproximação entre conhecimento científico e experiência prática. Estratégias que promovam maior interação entre essas perspectivas tendem a favorecer processos de adoção mais consistentes e mais aderentes às condições reais das unidades produtivas, especialmente em contextos caracterizados por heterogeneidade estrutural e diferentes níveis de capacidade tecnológica.

Os resultados também reforçam que a adoção tecnológica no agro tende a ocorrer de forma gradual e condicionada, sendo influenciada pela percepção de utilidade das tecnologias, pela capacidade de adaptação das unidades produtivas e pela existência de suporte técnico adequado. Essa característica sugere que a digitalização deve ser compreendida como um processo evolutivo, no qual a incorporação tecnológica ocorre de forma progressiva, seletiva e fortemente dependente do contexto produtivo.

Como limitação, destaca-se que o estudo se concentrou na análise das percepções de especialistas, não contemplando diretamente, neste recorte específico, a percepção dos produtores rurais. Além disso, os resultados refletem uma abordagem qualitativa e interpretativa, não tendo como objetivo estabelecer generalizações estatísticas, mas sim oferecer uma compreensão analítica do fenômeno investigado.

Como agenda futura de pesquisa, sugere-se o aprofundamento de estudos que investiguem como essas diferentes perspectivas influenciam processos concretos de adoção tecnológica e como a interação entre diferentes atores do ecossistema de inovação pode contribuir para reduzir barreiras à digitalização. Estudos comparativos envolvendo produtores, técnicos, pesquisadores e desenvolvedores de tecnologia podem contribuir para ampliar a compreensão das dinâmicas de difusão tecnológica no agronegócio.

De forma geral, o estudo sugere que compreender a digitalização do agronegócio exige reconhecer que as tecnologias não operam de forma isolada, mas inseridas em contextos produtivos, organizacionais e interpretativos distintos. A análise dessas diferentes leituras contribui para ampliar a compreensão do fenômeno e reforça a importância de abordagens que considerem simultaneamente os aspectos técnicos, organizacionais e humanos da transformação digital no setor agropecuário.

Referências

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRONSON, Kelly. **Looking through a responsible innovation lens at uneven engagements with digital farming**. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences, v. 90–91, 2019.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100294

EASTWOOD, Callum; KLERKX, Laurens; Nettle, Ruth. Digital agriculture in Australia: drivers, trends and opportunities for value creation. **Agricultural Systems**, v. 173, p. 1-9, 2019.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.02.003

FAO. **The state of food and agriculture 2022: Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems**. Rome: FAO, 2022.

KLERKX, Laurens; JAKKU, Emma; LABARTHE, Pierre. A review of social science on digital agriculture, smart farming and agriculture 4.0. **NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences**, v. 90–91, 2019.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100315

PORTER, Michael E.; HEPPELMANN, James E. How smart, connected products are transforming competition. **Harvard Business Review**, v. 92, n. 11, p. 64-88, 2014.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 5. ed. New York: Free Press, 2003.

ROTZ, Sarah et al. The politics of digital agricultural technologies. **Sociologia Ruralis**, v. 59, n. 2, p. 203-229, 2019.
DOI: https://doi.org/10.1111/soru.12233

SCHWAB, Klaus. **The fourth industrial revolution**. Geneva: World Economic Forum, 2016.

VERDOUW, Cor; WOLFERT, Sjaak; TEKINERDOGAN, Bedir. Internet of Things in agriculture. **CAB Reviews**, v. 11, n. 35, 2016.
DOI: https://doi.org/10.1079/PAVSNNR201611035

WOLFERT, Sjaak; GE, Lan; VERDOUW, Cor; BOGAARDT, Marc-Jan. Big data in smart farming: a review. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 69-80, 2017.
DOI: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023

YIN, Robert K. **Case study research and applications: design and methods**. 6. ed. Thousand Oaks: Sage, 2018.