

Graduação Pós-Graduação
 Artigo completo Relato de prática Resumo expandido

RETRATO DA INOVAÇÃO RURAL: *startups* associadas ao agronegócio brasileiro

Gabriel Lima Benites
Universidade Federal da Grande Dourados
gabriel.benites092@academico.ufgd.edu.br

Luciana Virginia Mario Bernardo
Universidade Federal da Grande Dourados
lucianavbernardo@ufgd.edu.br

RESUMO

As *agtechs* surgem como agentes estratégicas na difusão de tecnologias digitais, biológicas e sustentáveis, atuando ao longo de toda a cadeia produtiva. O presente estudo teve como objetivo analisar a evolução das *agtechs* no Brasil pelo período de 2019 a 2024, com base na publicação Radar *Agtech*: mapeamento de *startups*, ambientes de inovação e investidores do Ecosistema Agro Brasileiro, divulgada pela Embrapa (2025), buscando entender como foi o crescimento durante os anos, a distribuição regional e a transformação tecnológica no agronegócio brasileiro. Foi utilizado como metodologia a análise de conteúdo, bem como a variação percentual. Os resultados mostraram crescimento do número de *startups*, bem como sua concentração nas regiões Sudeste e Sul, refletindo desigualdades estruturais no acesso à inovação para o agronegócio. Também se observa os desafios como o acesso a capital e financiamento, à infraestrutura e à capacitação tecnológica. Conclui-se que o fortalecimento do ecossistema de inovação agroalimentar, junto a políticas públicas e investimentos, é fundamental para aumentar a competitividade, promover sustentabilidade e reduzir diferenças regionais no setor.

Palavras-chave: *Agtech*; Inovação Rural; Empreendedorismo.

1 INTRODUÇÃO

Com base nos estudos da CNA (2024), o Brasil é hoje o maior exportador de soja, café, suco de laranja, açúcar, carne bovina, carne de frango e algodão. Também ocupa a segunda posição na exportação de milho e é o quarto maior exportador de carne suína. Em 2023 o Brasil foi o segundo maior exportador mundial de produtos agropecuários, movimentando aproximadamente US\$ 149,7 bilhões (CNA, 2024). Diante disso, esses números posicionam o agronegócio em escala potencial, e para 2025, segundo a previsão, o PIB do agronegócio pode chegar a representar 29,4% do PIB total do Brasil, um aumento de 5,9% em relação ao ano anterior (CEPEA, 2025).

Nesse sentido, o Brasil se mantém entre os países mais competitivos no mercado internacional de *commodities* agrícolas, consolidando posição de destaque entre os principais exportadores do mundo. De acordo com o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2024), as exportações do agronegócio atingiram US\$ 164,4 bilhões em 2024, correspondendo a aproximadamente 49% das exportações totais brasileiras, o que reforça o papel estratégico do setor na economia nacional. O relatório “Agropecuária Brasileira em Números” (MAPA, 2025) indica que, de 2014 a 2024, a produção de grãos avançou mais de 35%, enquanto a área cultivada se expandiu pouco mais de 15%, demonstrando a eficácia tecnológica do setor. Em relação ao comércio exterior, o país exportou US\$ 52,7 bilhões em produtos do agronegócio apenas entre janeiro e abril de 2025, com destaque para o complexo da soja, responsável por 44,3% do valor exportado no período (MAPA, 2025). Esses resultados confirmam que a competitividade brasileira está diretamente associada ao aumento da produtividade e ao avanço tecnológico das cadeias agroindustriais.

Entretanto, apesar dos enormes ganhos de eficiência nos últimos anos, o agronegócio do país se caracteriza por um cenário de contradições estruturais significativas. Conforme observam Viola e Mendes (2022), parte do país convive com relações de produção quase feudais, enquanto outras partes procuram construir uma sociedade da informação, evidenciando que o setor está evoluindo progressivamente. E embora existam avanços em sistemas produtivos modernos, Junior et al. (2014) alertam que persistem empecilhos relacionados ao dualismo estrutural-tecnológico que limitam o desenvolvimento equilibrado do setor.

Por outro lado, o agronegócio global enfrenta demandas crescentes. Segundo Junior e Sordi (2019), nos próximos 40 anos, as restrições de terra, energia, água e clima colocam pressão sem precedentes sobre a capacidade de produzir alimentos, combustíveis e fibras. Nesse

sentido, a necessidade de alimentar aproximadamente 10 bilhões de pessoas até 2050 exigirá um crescimento de cerca de 70% na produção agropecuária. Portanto, este contexto exige não apenas expansão em quantidade, mas transformações de qualidade nos processos produtivos.

Por isso, a inovação tecnológica é fundamental para a competitividade e sustentabilidade do setor. Como destacam Almeida e Campos (2020), inovar não constitui apenas vantagem competitiva, mas sim questão de sobrevivência organizacional. Nesse sentido, a agricultura brasileira tem atravessado estágios evolutivos, desde a agricultura 1.0, caracterizada pela mecanização rústica, até a agricultura 4.0, que incorpora inteligência artificial, internet das coisas e *big data* (Viola; Mendes, 2022).

De acordo com Junior e Sordi (2019), a agricultura 4.0 está transformando fazendas em laboratórios ao ar livre, onde drones capturam imagens de alta resolução, sensores rastreiam condições de campo e análises baseadas em nuvem apresentam dados aos agricultores em dispositivos móveis. Conseqüentemente, esta transformação se faz através de tecnologias como nanotecnologia, *big data*, drones, internet das coisas e *blockchain*. Neste contexto, surgem as *startups* do agronegócio, conhecidas como *Agtechs*, empresas de base tecnológica focadas em soluções inovadoras. Logo, a inovação no setor engloba toda a cadeia de suprimentos, desde genética de plantas até varejistas de entrega, concentrando-se em áreas como biotecnologia, marketplaces do agronegócio, software de gerenciamento, robótica agrícola e novos sistemas agrícolas.

As inovações tecnológicas não se limitam ao campo, mas também se estendem às indústrias que compõem a cadeia produtiva do agronegócio, como as de processamento de alimentos, insumos agrícolas, biotecnologia e maquinários, tendo em vista que essas indústrias exercem papel estratégico ao agregar valor aos produtos primários e impulsionar a modernização do setor (Leo et al., 2022). De acordo com Almeida e Campos (2020), a integração entre produção primária e industrial é determinante para o fortalecimento do agronegócio, especialmente diante das demandas por eficiência energética, rastreabilidade e sustentabilidade ambiental. Dessa forma, compreender o comportamento inovador das indústrias vinculadas ao agronegócio torna-se essencial para identificar oportunidades de competitividade e desenvolvimento econômico sustentável.

Diante desse contexto, este estudo busca analisar a distribuição de startups nas regiões brasileiras.

2 CARACTERÍSTICAS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO

Historicamente, como observa Oliveira et al. (2024), o agronegócio sempre desempenhou papel central na economia brasileira. Desde o período colonial, com as monoculturas de exportação, até as transformações estruturais da segunda metade do século XX, o setor rural constitui base essencial da geração de renda, emprego e divisas externas. Contudo, foi a partir da década de 1970 que o agronegócio passou a vivenciar um processo mais intenso de modernização, impulsionado pela chamada “Revolução Verde”. Conforme observam Oliveira et al. (2024), esse movimento foi marcado pela incorporação de tecnologias agrícolas como fertilizantes químicos, sementes híbridas e mecanização que transformaram profundamente as práticas produtivas e os padrões de produtividade.

Nas décadas seguintes, especialmente entre os anos 1980 e 1990, a consolidação de instituições de pesquisa e de extensão, como a Embrapa, e a ampliação da infraestrutura rural foram determinantes para a expansão da fronteira agrícola e para o fortalecimento das cadeias produtivas. Como destacam Almeida e Campos (2020), o agronegócio tornou-se vetor estratégico do desenvolvimento nacional, respondendo por parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB), das exportações e do emprego formal no país. Atualmente, o setor representa cerca de um quarto da economia brasileira e é responsável por mais de 40% das exportações, evidenciando sua relevância econômica e social.

No que se refere à estrutura produtiva, o agronegócio brasileiro apresenta alta heterogeneidade, composta por pequenos, médios e grandes produtores que coexistem e interagem em diferentes cadeias produtivas. Essa diversidade caracteriza um dualismo estrutural-tecnológico, em que segmentos altamente automatizados convivem com sistemas de produção tradicionais de baixa produtividade (Júnior et al., 2014). O país encontra-se em uma fase de transição marcada por fortes tendências de digitalização das práticas agrícolas e pela emergência de novos modelos de produção mais sustentáveis e conectados à economia verde (Brusadin; Alves; Cavichioli, 2023).

Os pequenos produtores rurais, embora representem grande parte do número de estabelecimentos agrícolas, ainda enfrentam dificuldades de acesso a crédito, assistência técnica e tecnologias modernas. De outro lado, os grandes empreendimentos agroindustriais, sobretudo nas regiões Centro-Oeste e Sul, adotaram sistemas produtivos intensivos em capital e tecnologia, resultando em maior eficiência e integração com os mercados globais (Brusadin; Alves; Cavichioli, 2023).

Essa dualidade estrutural reflete também a heterogeneidade institucional e territorial do país. Conforme apontam Caixeta e Wander (2015), a governança do agronegócio brasileiro baseia-se em complexas redes contratuais que articulam produtores, cooperativas, indústrias e agentes logísticos. Nesse contexto, as instituições formais como leis, políticas públicas e mecanismos de crédito, assim como as normas informais de cooperação, exercem papel crucial na coordenação e no desempenho competitivo das cadeias produtivas. Assim, a inovação tecnológica emerge como elemento central de integração entre esses atores, reduzindo custos de transação e estimulando ganhos de eficiência.

O agronegócio brasileiro tem uma ampla variedade de segmentos produtivos, que incluem desde culturas agrícolas tradicionais até setores de base tecnológica. Entre os mais relevantes destacam-se as cadeias da soja, milho, café, cana-de-açúcar, carnes bovina e de frango, e leite, responsáveis por grande parte das exportações agroindustriais. Além desses, observa-se o fortalecimento de segmentos emergentes, como o da agricultura orgânica e o de produtos agroecológicos, que vêm ganhando espaço no mercado interno e externo devido à crescente demanda por alimentos sustentáveis (Oliveira et al., 2024).

Essas cadeias estão fortemente interligadas a sistemas de inovação e conhecimento, que envolvem universidades, centros de pesquisa e empresas privadas. Segundo Nogueira e Silvar (2019), incubadoras e parques tecnológicos têm desempenhado papel relevante na criação de ambientes de aprendizado e no estímulo à difusão de novas tecnologias. Assim, o agronegócio brasileiro configura-se não apenas como setor produtivo, mas também como ecossistema de inovação, no qual ciência e tecnologia interagem para impulsionar o desenvolvimento.

A partir da década de 1970, o avanço tecnológico se tornou o eixo estruturante da modernização agrícola. Inicialmente, a mecanização e a adoção de insumos industriais marcaram o início de uma nova fase de intensificação produtiva. Nas décadas de 1980 e 1990, o foco passou à biotecnologia agrícola, com o desenvolvimento de cultivares adaptados às condições tropicais e, depois, de organismos geneticamente modificados (transgênicos). Conforme destacam Júnior e Sordí (2019), esses avanços contribuíram para ampliar a produtividade e reduzir vulnerabilidades climáticas, permitindo a expansão da fronteira agrícola para regiões antes consideradas impróprias ao cultivo.

A partir dos anos 2000, teve início um novo ciclo de transformações com a disseminação da agricultura de precisão, que se baseia na coleta e análise de dados para otimizar o uso de insumos e maximizar a produtividade. Como exemplificam Brusadin, Alves e Cavichioli (2023), a utilização de sensores, sistemas de posicionamento global (GPS), drones e softwares

de mapeamento passou a permitir o monitoramento detalhado de lavouras, possibilitando o manejo diferenciado de áreas e a tomada de decisão mais assertiva.

Para isso, a agricultura de precisão integra sensores, imagens de satélite e softwares de gestão para o monitoramento contínuo das condições do solo e das plantas. Essa abordagem permite identificar variações espaciais dentro das áreas de cultivo e aplicar insumos de forma localizada, reduzindo custos e impactos ambientais (Santos et al., 2023).

Aliado a biotecnologia agrícola que tem assumido papel central na produção de alimentos mais resistentes e eficientes. O uso de sementes transgênicas e o melhoramento genético de plantas e animais têm proporcionado ganhos significativos de produtividade, além de contribuir para a adaptação às mudanças climáticas e à redução do uso de agroquímicos (Viola; Mendes, 2022).

Outra frente de inovação é a mecanização e automação agrícola, impulsionada pelo desenvolvimento de máquinas inteligentes, tratores autônomos e colheitadeiras equipadas com sistemas de monitoramento remoto. Esses avanços, conforme destacam Pistori e Neto (2024), contribuem para aumentar a precisão operacional, reduzir o desperdício de insumos e elevar a segurança no trabalho rural.

Além disso, as tecnologias digitais como Internet das Coisas (IoT), *Big Data* e inteligência artificial vêm transformando profundamente a gestão das propriedades rurais. Por exemplo, sistemas de IoT permitem a coleta de dados em tempo real sobre clima, umidade e desempenho das máquinas, enquanto o *Big Data* possibilita análises preditivas e modelagem de cenários. A inteligência artificial, por sua vez, tem sido aplicada na identificação de pragas, na previsão de safras e na otimização do uso de recursos (Brusadin; Alves; Cavichioli, 2023).

Outros avanços importantes se relacionam aos sistemas de gestão e rastreabilidade, que garantem transparência ao longo das cadeias produtivas. Segundo Almeida e Campos (2020), a rastreabilidade se tornou requisito estratégico, tanto para atender às exigências de mercados internacionais quanto para assegurar a qualidade e a segurança alimentar. Esses sistemas são fundamentais, ainda, para o cumprimento de protocolos ambientais e de sustentabilidade.

Do mesmo lado ao aumento da produtividade, se observa crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e com o uso racional dos recursos naturais. Nesse sentido, tecnologias voltadas à conservação do solo, ao reaproveitamento da água e ao controle biológico de pragas têm ganhado destaque. Viola e Mendes (2022) argumentam que tais práticas estão alinhadas à transição para uma economia de baixo carbono, na qual o agronegócio desempenha papel fundamental. As tecnologias ambientais, portanto, representam uma

dimensão complementar à inovação tecnológica, reforçando o equilíbrio entre eficiência produtiva e responsabilidade ecológica.

Contudo, as disparidades na adoção de inovações se distribuem desigualmente no território nacional, com concentração predominante na região sudeste (40,8%), especialmente em São Paulo (27,4%), Rio Grande do Sul (17,2%) e Paraná (12,7%), revelando desequilíbrios regionais significativos no acesso à inovação (Santos et al., 2023).

Nesse sentido, as barreiras à adoção de tecnologias digitais no campo são múltiplas e inter-relacionadas. Segundo Santos et al. (2023), as principais dificuldades incluem o valor elevado do investimento inicial, problemas ou falta de conexão com a internet, custos para contratação de serviços especializados, falta de conhecimento e apropriação das tecnologias, custos operacionais de manutenção, falta de acesso a crédito e escassez de mão de obra especializada. Por outro lado, Almeida e Campos (2020) complementam esta análise ao identificarem obstáculos como logística e infraestrutura deficientes, sistema tributário complexo, gestão inadequada de recursos naturais e questões relacionadas à segurança alimentar, fatores que afetam pequenos e médios produtores.

Portanto, os fatores econômicos e financeiros constituem determinantes centrais da adoção de inovações. O investimento inicial necessário para aquisição de novas tecnologias, aliado aos custos operacionais e ao tempo de retorno financeiro, é frequentemente um dos principais limitadores da adoção, especialmente entre pequenos e médios produtores (Almeida; Campos, 2020). Conseqüentemente, o acesso a crédito rural e a políticas de financiamento assume papel estratégico. Segundo Júnior et al. (2014), a disponibilidade de crédito subsidiado e a estabilidade das políticas agrícolas influenciam diretamente o grau de modernização tecnológica das propriedades.

Além disso, o tamanho da propriedade e o volume de produção interferem na viabilidade econômica da inovação. Empreendimentos grandes tendem a apresentar maior capacidade de absorver riscos financeiros e de amortizar custos de investimento em prazos mais longos. Por outro lado, produtores de menor porte frequentemente dependem de programas governamentais e de cooperativas para adotar tecnologias mais avançadas (Caixeta; Wander, 2015). Dessa forma, se vê que a estrutura de capital e o acesso a recursos financeiros são condições necessárias ainda que não suficientes para impulsionar a difusão tecnológica no campo.

Outro aspecto relevante diz respeito à expectativa de rentabilidade e à percepção de valor associada à inovação. Quando os produtores identificam vantagens econômicas claras como redução de custos, aumento da produtividade ou valorização do produto final, a

probabilidade de adoção tende a aumentar, o que confirma o princípio da vantagem relativa proposto por Everett Rogers (1962). Por isso, a racionalidade econômica, embora essencial, se combina com outros fatores subjetivos e contextuais que influenciam a decisão de adotar novas práticas.

3 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA

A inovação tecnológica tem grande importância para o desenvolvimento econômico e social contemporâneo, atuando na transformação das estruturas produtivas e na elevação da competitividade global (Venturini et al., 2025). Pode ser entendida como a introdução de novos produtos, processos, serviços ou métodos organizacionais que resultam em melhorias significativas de desempenho. Essa concepção, compreende a inovação como elemento propulsor da chamada destruição criativa, que renova os sistemas produtivos e estimula novos modelos de negócios (Pistori; Neto, 2024; Camargo; Soares, 2021).

Nesse contexto, a literatura classifica a inovação em diferentes tipologias, abrangendo dimensões complementares do processo produtivo. Conforme Oliveira et al. (2024), destacam-se as inovações de produto, processo organizacional e de marketing, que atuam de forma integrada na elevação da eficiência e na agregação de valor. No contexto agrícola, tais categorias se materializam na adoção de sensores, drones, softwares de monitoramento e biotecnologias, sendo tecnologias que tornam o campo mais conectado e eficiente (Brusadin; Alves; Cavichioli, 2023).

Para compreender os mecanismos que orientam a adoção tecnológica, destaca-se a Teoria da Difusão de Inovações, de Everett Rogers (1962), onde essa teoria define a difusão como o processo pelo qual uma inovação é comunicada, ao longo do tempo, entre os membros de um sistema social, sendo influenciada por fatores culturais, econômicos e institucionais. Dessa forma, Rogers identifica cinco categorias de adotantes inovadores, primeiros adeptos, maioria inicial, maioria tardia e retardatários que diferem quanto à velocidade de adoção. No agronegócio, essa taxa varia conforme o acesso à informação, renda, infraestrutura e percepção de risco (Júnior; Sordi, 2019; Sereia; Stal; Câmara, 2015).

Segundo Rogers, o ritmo de adoção depende de atributos percebidos das inovações, como vantagem relativa, compatibilidade, complexidade, experimentabilidade e observabilidade. Assim, quanto maiores os benefícios percebidos e menor a dificuldade de uso, mais rápida tende a ser a incorporação tecnológica (Pistori; Neto, 2024).

Ao mesmo tempo, o Modelo de Aceitação de Tecnologia (TAM), proposto por Davis (1989), explica a adoção com base em dois fatores: utilidade percebida e facilidade de uso. Segundo Caixeta e Wander (2015), quanto mais o usuário acredita que a tecnologia melhora seu desempenho e é simples de operar, maior será sua propensão à adoção. No agronegócio, o modelo ajuda a compreender por que alguns produtores aderem rapidamente às ferramentas digitais de gestão, enquanto outros permanecem fiéis a métodos convencionais.

Além das teorias de Rogers e Davis, a adoção tecnológica é influenciada por fatores institucionais e de governança. Júnior et al. (2014) e Nogueira e Wander (2024) destacam que políticas públicas coordenadas como as da Embrapa e do Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA) e a atuação de incubadoras tecnológicas fortalecem a inovação e reduzem desigualdades regionais. Tais estruturas aproximam universidades, empreendedores e mercado, favorecendo a transformação de conhecimento em soluções produtivas (Ransom; Filho; Amaral, 2021). A partir da visão da Nova Economia Institucional (NEI), as instituições moldam o comportamento dos agentes econômicos e influenciam os custos de transação (Caixeta; Wander, 2015).

4 METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado com abordagem qualitativa, através da análise de conteúdo, associada à publicação Radar *Agtech*: mapeamento de *startups*, ambientes de inovação e investidores do Ecossistema Agro Brasileiro, divulgado pela Embrapa (2025). A coleta de dados tratou-se das informações associadas às regiões brasileiras, através do número de startups ativas, segmento de atuação e categoria de segmento. O material disponibilizou informações referentes aos anos de 2019 a 2024.

Após a coleta, os dados foram analisados a partir da Análise de Conteúdo. Para Bardin (1977), a matéria-prima que pode ser utilizada para esta análise, está associada a diferentes fontes de materiais escritos, orais, icônicos, entre outros. De forma que possibilite o trabalho do pesquisador, de maneira objetiva e sistemática. Neste estudo, seguiram-se as etapas sugeridas por Bardin (1977), sendo elas, i-pré-análise; ii-análise e iii-interpretação (Quadro 1).

Quadro 1: Etapas da Análise de Conteúdo

Organização das etapas da Análise de Conteúdo	
Pré-análise	Seleção e organização dos dados
Análise	Confirmação de que as informações levantadas estavam associadas às informações desejadas. Agrupamento por características comuns (quantidade por local)
Interpretação	Organização dos resultados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Foram organizados os resultados a partir do uso da diferença percentual ((ano 2 - ano 1) / ano 1) *100 entre os anos de análise.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição das *agtechs* por região no Brasil (Tabela 1), de modo geral, teve um crescimento maior entre os anos de 2019 e 2020/21, com destaque para as regiões Nordeste (84,6%) e Norte (64,7%), mostrando que nesse período houve um processo de expansão. De 2020/21 para 2022, o crescimento continuou positivo em quase todas as regiões (exceção: região Norte), mas com um ritmo mais lento, se comparado ao período anterior. Entre 2022 e 2023, todas as regiões tiveram percentuais de aumento das *agtechs*, neste contexto, a região Norte teve um crescimento de 346,1%, indicando uma expansão das *agtechs* nessa região, no período. Contudo, o percentual não se manteve e houve entre 2023 e 2024 a indicação de um percentual negativo que pode apontar uma redução no período de *agtechs* ativas. Neste período a região Sul também registrou percentual negativo (-1,7%), além disso, denota-se que dentre os períodos analisados, neste último, observa-se que todas as regiões tiveram percentuais mais baixos se comparados aos outros. Isto pode ter sido influenciado pelo pouco aumento das *agtechs* ou pela redução de *startups* existentes.

Tabela 1: Diferença Percentual de Ano para Ano das *Agtechs* Ativas por Região – 2019 a 2024

Região	2019 – 2020/21	2020/21 – 2022	2022 – 2023	2023 – 2024
Sudeste	33,20%	6,41%	6,31%	2,25%
Sul	52,11%	9,82%	16,51%	-1,77%
Centro-Oeste	34,29%	12,77%	7,55%	6,14%
Nordeste	84,62%	23,61%	15,73%	12,62%
Norte	64,71%	-7,14%	346,15%	-14,66%
Total	39,91%	8,19%	14,68%	0,97%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do Radar *Agtech* (2025).

Cabe considerar que a inovação tecnológica se consolidou como elemento estratégico para a competitividade do agronegócio brasileiro, ao definir padrões produtivos e ampliar a inserção internacional do setor (Venturini et al., 2025; Smalci et al., 2020). Mais do que instrumento de modernização técnica, a inovação atua como vetor sistêmico de produtividade, sustentabilidade e diferenciação competitiva (Almeida; Campos, 2020). Segundo Christ et al. (2022), a capacidade de combinar recursos produtivos, tecnologia e gestão é o que sustenta a vantagem competitiva das cadeias agroindustriais no país. Neste contexto, Ransom, Filho e Amaral (2021), destacam o papel das *agtechs* e dos ecossistemas colaborativos no aprimoramento da governança e na difusão de competências digitais.

Também pode ser observada a diferença percentual da distribuição das *agtechs* por Unidade Federativa (Tabela 2). Denota-se a escassez de informações quanto a alguns estados da região Norte (Amapá, Maranhão, Acre, Roraima, Rio Grande do Norte e Rondônia). De outro lado, unidades federativas com maior maturidade no ecossistema de *agtechs*, como São Paulo e Rio de Janeiro, apresentam um crescimento menor nos períodos, pois são estados mais consolidados como polos de *agtechs*, no Brasil. Ainda, observa-se que os estados de Roraima e Rondônia, apresentaram queda total do número de *agtechs* de 2019 para 2020/21, por isso tendo redução de -100,00%, enquanto Piauí e Sergipe tiveram o número dobrado de 2019 para 2020/21, apresentando um aumento de 100,00%. Além disso, principalmente no período de 2023/2024, há presença de resultados de variações percentuais negativas (Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso, Bahia, Ceará, Acre, Rondônia e Piauí), denota-se que na maioria destas localidades o agronegócio destaca-se economicamente. Tal característica, poderia ampliar o interesse pelo desenvolvimento de *agtechs*, considerando que o processo de inovação pode beneficiar a produção rural. Contudo, nestas localidades, houve ao longo do período, em sua maioria, uma redução na diferença percentual.

Tabela 2: Diferença Percentual da Distribuição das *Agtechs* por Unidade Federativa – 2019 a 2024

Unidade Federativa	2019 – 2020/21	2020/21 – 2022	2022 – 2023	2023 – 2024
São Paulo	28,31%	5,68%	5,63%	1,42%
Rio Grande do Sul	39,33%	7,26%	45,86%	-2,58%
Paraná	48,04%	16,56%	3,41%	-3,30%
Minas Gerais	44,44%	7,69%	9,74%	2,96%
Santa Catarina	74,29%	4,92%	3,13%	1,52%
Rio de Janeiro	53,66%	9,52%	2,90%	9,86%
Mato Grosso	66,67%	20,00%	8,33%	-5,13%
Goiás	36,36%	6,67%	9,38%	0,00%
Pará	150%	0,00%	93,33%	6,90%
Bahia	108,33%	36,00%	-2,94%	-15,15%
Espírito Santo	122%	10,00%	22,73%	3,70%
Amazonas	0,00%	0,00%	475,00%	8,70%
Distrito Federal	30,77%	23,53%	-9,52%	21,05%
Pernambuco	37,50%	54,55%	17,65%	15,00%
Tocantins	100%	0,00%	137,50%	15,79%
Mato Grosso do Sul	0,00%	-11,76%	40,00%	0,00%
Ceará	85,71%	30,77%	17,65%	-15,00%
Amapá	—	0,00%	1400%	0,00%
Maranhão	—	0,00%	1300%	7,14%
Acre	—	—	—	-12,50%
Roraima	-100,00%	—	—	14,29%
Rio Grande do Norte	200,00%	-33,33%	-16,67%	20,00%
Rondônia	-100,00%	—	—	-14,29%
Paraíba	75,00%	0,00%	-28,57%	0,00%
Piauí	100,00%	25,00%	-20,00%	-25,00%
Sergipe	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Legenda: (—) Não foi possível calcular a diferença percentual por não haver valor no período base.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do Radar *Agtech* (2025).

O termo *agtech* vem sendo utilizado para caracterizar um novo setor econômico emergente com potencial para modificar o setor agropecuário, incrementando a produtividade e reduzindo custos ambientais e sociais (Dutia, 2014). Neste sentido, conhecer a distribuição destas *startups*, por região e estado brasileiro, pode auxiliar na compreensão da dinâmica do desenvolvimento do setor econômico no Brasil. Cabe considerar que a inovação pode ser desenvolvida em múltiplos espaços, realizada de forma individual ou coletiva, a partir da associação de múltiplos atores, como corporações, *startups* baseadas em tecnologia agrícola, universidades e centros de pesquisa, investidores, fundações, governos e a sociedade local, que tem por objetivo inovar em prol das atividades associadas aos agronegócios (Bambini, Bonacelli, 2025).

Com relação ao segmento de atuação das *agtechs*, observa-se que eles foram identificados como antes da fazenda (insumos para a produção), dentro da fazenda (produção) e depois da fazenda (mercado consumidor) (Tabela 3). Entre 2019/2021 a diferença percentual indica que a maior atuação das *agtechs* esteve associada ao segmento dentro da fazenda, nos

demais períodos, os maiores percentuais estiveram associados ao segmento antes da fazenda. Além disso, no geral, há indícios de um processo de amadurecimento do ecossistema de *agtechs* durante os anos, caracterizado pela atuação deste setor ao longo de toda a cadeia do agronegócio.

Tabela 3: Diferença Percentual de Ano para Ano de *Agtechs* por segmento de atuação no Radar *Agtech* – 2019 a 2024

Segmento	2019 – 2020/21	2020/21 – 2022	2022 – 2023	2023 – 2024
Antes da Fazenda	0,51%	22,22%	36,78%	10,57%
Dentro da Fazenda	65,91%	7,31%	15,60%	0,37%
Depois da Fazenda	34,77%	5,44%	6,75%	-2,35%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do Radar *Agtech* (2025).

Depreende-se que este interesse pelo segmento antes da fazenda pode estar associado ao PIB do agronegócio que apresentou crescimento de 6,49% no primeiro trimestre de 2025, impulsionado especialmente pelo setor de insumos agropecuários, que registrou aumento de 43,38% na produção de fertilizantes e corretivos de solo (CNA, 2025). A inovação nas indústrias do agronegócio assume diferentes dimensões como, inovação de produto (novos fertilizantes, biotecnologias e máquinas inteligentes), de processo (automação, digitalização e IoT), organizacional (gestão e integração de cadeias) e de marketing (novas formas de comercialização e rastreabilidade).

Foram identificadas também, as diferenças percentuais na atuação das *agtechs* por categoria do segmento antes da fazenda no período de 2019 a 2024 (Tabela 4). As categorias relacionadas a “crédito, permuta, seguro, créditos de carbono e análise fiduciária” que são serviços e ativos financeiros, “fertilizantes, inoculantes e nutrição vegetal” e “nutrição e saúde animal” se destacam por apresentarem crescimento mais expressivo ao longo dos períodos. Isso indica uma maior procura por soluções para o suporte de produção, principalmente na melhoria da eficiência produtiva. Outras categorias tiveram um crescimento menor ou estável, indicando consolidação do segmento. Observa-se que no ano de 2020/21 para 2022 os números ficaram estáveis, indicando que não houve mudanças nas categorias analisadas.

Tabela 4: Diferença Percentual da Evolução das *Agtechs* por Categoria do Segmento Antes da Fazenda no mapeamento do Radar *Agtech* – 2019 a 2024

Categoria	2019 – 2020/21	2020/21 – 2022	2022 – 2023	2023 – 2024
Crédito, permuta, seguro, créditos de carbono e análise fiduciária	154,17%	0,00%	39,34%	14,12%
Fertilizantes, inoculantes e nutrição vegetal	29,27%	0,00%	37,74%	15,07%
Sementes, mudas e genômica vegetal	8,33%	0,00%	38,46%	25,00%
Nutrição e saúde animal	42,11%	0,00%	55,56%	4,76%
Análise laboratorial	80,00%	0,00%	2,78%	5,41%
Marketplace de insumos para o agronegócio	5,88%	0,00%	100,00%	-2,78%
Genômica e reprodução animal	16,67%	0,00%	4,76%	0,00%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do Radar *Agtech* (2025).

A maior atuação das *agtechs* nas categorias do segmento, pode ser explicada pelo entendimento de que, as empresas que associam eficiência produtiva e responsabilidade ambiental alcançam desempenho superior e resiliência frente às novas exigências globais. Assim, sustentabilidade e competitividade convergem como dimensões indissociáveis da inovação contemporânea (Smalci et al., 2020).

Os resultados apontam para o fortalecimento de tecnologias associadas à sustentabilidade. O Radar *Agtech* 2024 destaca o crescimento do interesse por bioinsumos, soluções climáticas e práticas de baixo carbono. O Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) informa que o Programa Nacional de Bioinsumos foi estruturado justamente para ampliar e fortalecer o uso desses insumos como instrumento de desenvolvimento sustentável da agropecuária brasileira (MAPA, 2023).

Foram identificadas ainda, as diferenças percentuais na atuação das *agtechs* por categoria de segmento dentro da fazenda no período de 2019 a 2024 (Tabela 5). A análise mostra um crescimento em diversas categorias no ano de 2019 para 2020/21, com destaque para tecnologias como Sensoriamento Remoto, Diagnóstico e Monitoramento por Imagens, e IoT. Nos outros anos, houve desaceleração e, em alguns casos, percentual negativo, indicando um possível processo de maturidade e consolidação, além de que também essas soluções já estejam mais difundidas no mercado, indicando um avanço maior em tecnologias no campo do segmento “Dentro da Fazenda”.

Tabela 5: Diferença Percentual de Ano para Ano da Evolução das *Agtechs* por Categoria do Segmento Dentro da Fazenda no Mapeamento do Radar *Agtech* – 2019 a 2024.

Categoria	2019 – 2020/21	2020/21 – 2022	2022 – 2023	2023 – 2024
Sistema de Gestão de Propriedade Rural	26,23%	12,34%	-1,73%	-7,65%
Plataforma integradora de sistemas, soluções e dados	16,84%	9,91%	19,67%	-1,37%
Drones, Máquinas e Equipamentos	83,72%	-1,27%	25,64%	12,24%
Sensoriamento Remoto, Diagnóstico e Monitoramento por Imagens	141,38%	8,57%	10,53%	4,76%
Conteúdo, Educação, Mídia Social	190,00%	-12,07%	54,90%	2,53%
Internet das Coisas para o Agro: detecção de pragas, solo, clima e irrigação	160,00%	2,56%	45,00%	0,00%
Controle Biológico e Manejo Integrado de Pragas	0,00%	5,88%	25,00%	6,67%
Telemetria e Automação	0,00%	31,25%	-11,90%	2,70%
Meteorologia, Irrigação e Gestão de Água	0,00%	90,00%	5,26%	-5,00%
Gestão de resíduos agrícolas	150,00%	46,67%	-18,18%	-5,56%
Conectividade e Telecomunicação	0,00%	50,00%	77,78%	6,25%
Apicultura e Polinização	0,00%	50,00%	233,33%	10,00%
Economia compartilhada	0,00%	0,00%	-6,67%	-21,43%
Total	50,12%	11,02%	15,60%	0,37%

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do Radar *Agtech* (2025).

A inovação tecnológica representa o principal mecanismo de geração de vantagem competitiva. Ao incorporar tecnologias digitais, biotecnológicas e de automação, o setor tem alcançado ganhos expressivos de eficiência e sustentabilidade (Brusadin; Alves; Cavichioli, 2023; Pistori; Neto, 2024). Conforme Venturini et al. (2025), a transformação digital da agricultura, marcada pela integração de dados e automação inteligente, permite decisões mais precisas, redução de custos e aumento da previsibilidade operacional.

De mesma forma, as tecnologias de automação e digitalização também transformam a gestão do trabalho no campo. Segundo Júnior e Sordi (2019), a adoção de máquinas autônomas e ferramentas digitais aumenta a eficiência e reduz a dependência de mão de obra intensiva.

Por fim, foram identificadas as diferenças percentuais na atuação das *agtechs* por

categoria de segmento depois da fazenda de 2019 a 2024 (Tabela 6). A categoria “alimentos inovadores e novas tendências alimentares” apresentou porcentagens mais estáveis, e mesmo com queda em alguns períodos, é uma categoria mais bem consolidada no segmento. “Marketplaces e Plataformas de negociação e venda de produtos agropecuários” também apresentaram estabilidade por serem uma categoria já consolidada no segmento. Algumas categorias como “Sistema autônomo de gerenciamento de lojas e serviços de alimentação” começaram sua evolução a partir de 2020/21.

No geral as diferenças de um ano a outro apresentaram oscilações mais baixas e, em alguns casos, porcentagens negativas, indicando um processo de mais maturidade do setor, com destaque para as categorias de “Armazenamento, Infraestrutura e Logística” e “Biodiversidade e Sustentabilidade”.

Tabela 6: Diferença Percentual de Ano para Ano da Evolução das *Agtechs* por Categoria do Segmento Depois da Fazenda no mapeamento do Radar *Agtech* – 2019 a 2024.

Categoria	2019 – 2020/21	2020/21 – 2022	2022 – 2023	2023 – 2024
Alimentos inovadores e novas tendências alimentares	19,11%	-4,10%	-2,14%	0,73%
Marketplaces e Plataformas de negociação e venda de produtos agropecuários	5,26%	24,00%	-24,19%	9,57%
Biodiversidade e Sustentabilidade	0,00%	5,71%	127,03%	-1,19%
Armazenamento, Infraestrutura e Logística	93,10%	30,36%	-12,33%	6,25%
Mercearia on-line	55,17%	6,67%	2,08%	4,08%
Sistema autônomo de gerenciamento de lojas e serviços de alimentação	—	5,26%	10,00%	0,00%
Restaurantes on-line e Kit de refeições	—	0,00%	10,26%	-6,98%
Indústria e processamento de alimentos 4.0	—	-3,85%	36,00%	5,88%
Bioenergia e Energia Renovável	—	18,18%	30,77%	2,94%
Sistemas de embalagem, Meio Ambiente e Reciclagem	—	-7,69%	20,83%	-6,90%
Plantio urbano: fábrica de plantas e novas formas de plantio	—	-4,55%	-14,29%	5,56%
Segurança	—	8,33%	30,77%	23,53%

rastreabilidade de alimentos				
Cozinha na nuvem e cozinha fantasma	—	66,67%	-40,00%	0,00%
Total	65,21%	0,00%	9,90%	2,41%

(—) Não foi possível calcular a diferença percentual por não haver valor no período base.

Fonte: Elaborado pelo autor, com base nos dados do Radar *Agtech* (2025).

A inovação fortalece a diferenciação competitiva por meio da rastreabilidade, certificação e valorização ambiental. Tecnologias de gestão da informação permitem o acompanhamento integral das cadeias produtivas, assegurando conformidade com padrões internacionais de qualidade e sustentabilidade (Christ et al., 2022; Viola; Mendes, 2022). Assim, o agronegócio brasileiro se posiciona como fornecedor confiável de alimentos de origem rastreada, ampliando sua presença em mercados exigentes, como União Europeia e Ásia.

Portanto, a inovação tecnológica fortalece a competitividade dinâmica, ao criar vantagens que se renovam conforme as tecnologias evoluem e os padrões de consumo mudam. Venturini et al. (2025) e Christ et al. (2022) observam que o agronegócio brasileiro vem consolidando uma posição de liderança global, apoiada em sua capacidade de transformar ciência em produtividade e sustentabilidade. Entretanto, a desigualdade tecnológica entre regiões ainda limita a difusão plena dos benefícios da inovação, exigindo políticas públicas que ampliem o acesso e promovam a inclusão digital no campo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que o ecossistema de inovação agroalimentar brasileiro está em expansão e amadurecimento, tendo feito o levantamento em 2024 que identificou cerca de 1.972 *agtechs* atuando ao longo da cadeia produtiva, em várias categorias tecnológicas e em todas as regiões do país. Esse crescimento mostra a intensificação da digitalização do campo, com destaque para tecnologias como agricultura de precisão, bioinsumos, inteligência artificial e soluções voltadas à sustentabilidade e às mudanças climáticas. Além disso, indica-se a importância dos ambientes de inovação direcionados aos agronegócios, como incubadoras, *hubs* e parques tecnológicos, que desempenham papel estratégico no desenvolvimento dessas empresas.

Nesse sentido, foi observado que o desenvolvimento das *agtechs* no Brasil não ocorre de forma igual por todo o país, mesmo tendo expansão para outras regiões, mantém forte

concentração nas regiões Sudeste e Sul. Isso reforça a importância de fatores estruturais, como infraestrutura, acesso a capital e financiamento, presença de instituições de ensino e pesquisa e ambientes de inovação, para o fortalecimento do ecossistema tecnológico no agronegócio. Outro ponto importante é a crescente integração entre inovação e sustentabilidade. Há avanços em soluções voltadas à redução de emissões, ao uso de bioinsumos e à agricultura regenerativa, alinhadas às exigências globais e aos compromissos ambientais, como os discutidos no contexto da COP 30. Dessa forma, as *agtechs* não apenas promovem ganhos econômicos, mas também contribuem para a transição do agronegócio para modelos mais sustentáveis, favorecendo seu desenvolvimento.

Por fim, conclui-se que o fortalecimento do ecossistema de inovação no agronegócio brasileiro depende da junção entre setor público, privado e instituições de pesquisa, investimentos em infraestrutura, políticas de incentivo à inovação e capacitação tecnológica são fundamentais para aumentar a difusão das tecnologias e reduzir grandes diferenças regionais. Assim, as *agtechs* se mostram como elemento estratégico para o futuro do agronegócio, contribuindo para um modelo produtivo mais eficiente, competitivo e sustentável.

Referências

ALMEIDA, T. T. de; CAMPOS, G. F. Fatores críticos de sucesso do agronegócio brasileiro e seus impactos na competitividade: uma revisão sistemática da literatura. **Brazilian Journal of Production Engineering**, v. 6, n. 4, p. 96–105, 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BRUSADIN, I. E.; ALVES, M. R.; CAVICHIOLI, F. A. O uso da Agricultura 4.0. **Interface Tecnológica**, v. 20, n. 1, p. 518–523, 2023.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). **PIB do agronegócio brasileiro**. Disponível em: <https://www.cepea.org.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 21 set. 2025.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **Panorama do Agro**. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/cna/panorama-do-agro>. Acesso em: 21 set. 2025.

CAIXETA, A. C. D.; WANDER, A. E. **Nova Economia Institucional e Agronegócio: aplicações e limitações**. 2015.

CAMARGO, A. P.; SOARES, E. M. Perspectivas para a inovação e competitividade no agronegócio brasileiro. **Revista de Administração Contemporânea**, Curitiba, v. 25, n. 4, p. 211–234, 2021.

CHRIST, A. F. et al. A competitividade do agronegócio brasileiro: desafios e oportunidades no cenário global. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, Brasília, v. 60, n. 3, p. 401–422, 2022.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL (CNA). **PIB do agronegócio registra crescimento de 6,49% no primeiro trimestre de 2025**. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/publicacoes/pib-do-agronegocio-registra-crescimento-de-6-49-no-primeiro-trimestre-de-2025>. Acesso em: 31 out. 2025.

DUTIA, S. G. Agtech: Challenges And opportunities for sustainable growth. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, v. 9, n. 1-2, 2014. pp. 161-193.

EMBRAPA. **Radar Agtech Brasil 2024: Mapeamento de Startups, Ambientes de Inovação e Investidores do Ecosistema Agro Brasileiro**. Brasília e São Paulo: Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens, 2025. p. 56-116. Disponível em: <https://radaragtech.com.br>.

JÚNIOR, E. G.; COSTA, A. D.; GONÇALVES, F. O.; DUENHAS, R. A. Sistema de inovação do agronegócio brasileiro: dualismo estrutural-tecnológico e desafios para o desenvolvimento do país. *Desenvolvimento em Questão*, ano 12, n. 28, p. 279–317, 2014.

JÚNIOR, P. E. V.; SORDI, V. F. *Agtechs: tecnologias e focos de negócios*. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2019.

LEO, Rafael M.; RODRIGUES, Murillo F.; MONTEIRO, Gabriela C.; MENDES, Luiz A. Innovation capabilities in agribusiness: evidence from Brazil. *RAUSP Management Journal*, v. 57, n. 4, p. 536–552, 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Marca histórica do agronegócio brasileiro destaca protagonismo na segurança alimentar global**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/marca-historica-do-agronegocio-brasileiro-destaca-protagonismo-na-seguranca-alimentar-global-1>. Acesso em: 21 nov. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Agropecuária Brasileira em Números – junho/2025**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros/abn-2025-06.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Agro brasileiro exporta US\$ 15 bilhões em abril, com crescimento de produtos menos tradicionais**. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2025/05/agro-brasileiro-exporta-us-15-bilhoes-em-abril-com-crescimento-de-produtos-menos-tradicionais>. Acesso em: 21 nov. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA (MAPA). **Bioinsumos**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos>. Acesso em: 25 mar. 2026.

NOGUEIRA, J. E. M.; SILVAR, N. G. A. **O estudo do processo de incubação da incubadora tecnológica e do agronegócio de Mossoró – IAGRAM**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019.

NOGUEIRA, R. F.; WANDER, A. E. Inovação nas cadeias produtivas do agronegócio brasileiro: governança e sustentabilidade. **Revista de Política e Economia Agrícola**, Brasília, v. 32, n. 1, p. 12–35, 2024.

OLIVEIRA, M. A.; MACHADO, G. A.; PEREIRA, M. S.; PANTOJA, M. J. Inovações na agricultura orgânica: revisão sistemática e bibliométrica de literatura. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 62, n. 2, 2024.

PISTORI, E. M. L.; NETO, M. M. Agricultura 4.0: transformação digital na cadeia produtiva para eficiência e sustentabilidade no setor agroindustrial. **Revista Aracê**, v. 6, n. 4, p. 13579–13603, 2024.

PRICEWATERHOUSECOOPERS BRASIL (PWC BRASIL). **Índice de Transformação Digital Brasil 2024: destaques do setor do agronegócio**. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/estudos/servicos/consultoria-negocios/indice-transformacao-digital-brasil-2024/destaques-do-setor-do-agronegocio.html>. Acesso em: 31 out. 2025.

PRICEWATERHOUSECOOPERS BRASIL (PWC BRASIL). **A Reinvenção do Agronegócio Brasileiro**. Disponível em: <https://www.pwc.com.br/pt/estudos/setores-atividade/agronegocio/2025/a-reinvencao-do-agronegocio-brasileiro.html>. Acesso em: 31 out. 2025.

QUINTAM, L. R.; ASSUNÇÃO, D. F. Perspectivas e desafios do agronegócio na era da sustentabilidade e da agricultura 4.0. **Revista Brasileira de Estudos Rurais e Urbanos**, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 99–118, 2023.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 3. ed. New York: Free Press, 1962.

RONSON, D. C.; FILHO, J. A. C.; AMARAL, A. C. Ecosistema ágil de inovação no setor agropecuário brasileiro: colaboração, tecnologia e sustentabilidade. **Revista de Empreendedorismo e Inovação Sustentável**, Brasília, v. 4, n. 1, p. 55–74, 2021.

SANTOS, L. F. da S. et al. Agricultura 4.0: inovação, conceito e aplicações. **Meio Ambiente: Agricultura, Desarrollo y Sustentabilidad**, v. 3, 2023.

SEREIA, V. J.; STAL, E.; CÂMARA, M. R. G. Fatores determinantes da inovação nas empresas do agronegócio. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 23–46, 2015.

SMALCI, A.; SILVA, O. R.; FERNANDES, C. A.; QUEL, L. F. Fatores determinantes e condicionantes para inovação e competitividade no setor do agronegócio brasileiro. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade – RMS**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 6–21, jan./abr. 2020.



VENTURINI, G. et al. Inovação no agronegócio brasileiro: desafios e perspectivas para a agricultura digital. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 21, n. 2, p. 45–68, 2025.

VIOLA, E.; MENDES, V. Agricultura 4.0 e mudanças climáticas no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 25, 2022.