



Observatório | Softex

AGROTECH

Tecnologia no Agronegócio
Brasileiro: Inovação, Desafios
e Oportunidades





AGROTECH – TECNOLOGIA NO
AGRONEGÓCIO BRASILEIRO: INOVAÇÃO,
DESAFIOS E OPORTUNIDADES

Ficha técnica

Presidente do Conselho de Administração

Vitor Lippi

Presidente Executivo

Ruben Delgado

Vice-Presidente Executivo

Díones Lima

Pesquisa e Conteúdo

Observatório Softex

Ana Beatriz Atique, Tiago Azevedo, Floriano Neto

Análise técnica

Operacional Softex

Júliana Molezini e Rayanny Nunes

Projeto Gráfico, Revisão e Diagramação

Unidade de Marketing e Comunicação Softex

©2025 – Softex – Associação para Promoção
da Excelência do Software Brasileiro

Qualquer parte desta obra pode ser reproduzida, desde que seja
citada a fonte.



Sumário

CONTEXTUALIZAÇÃO DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO E SUA IMPORTÂNCIA ECONÔMICA	4
O CONCEITO DE AGRICULTURA 4.0	11
PRINCIPAIS TECNOLOGIAS UTILIZADAS NO AGRONEGÓCIO	16
DESAFIOS PARA A ADOÇÃO DAS TECNOLOGIAS NO AGRONEGÓCIO	23
OPORTUNIDADES E TENDÊNCIAS FUTURAS	30
CASES SOFTEX	38
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	44



Contextualização do agronegócio brasileiro e sua importância econômica

O agronegócio brasileiro é uma das principais fontes de renda do Brasil e possui um papel fundamental na economia nacional, representando uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) do país. O setor se beneficia da extensão territorial e das condições climáticas favoráveis, consolidando o Brasil como um dos principais produtores e exportadores de commodities agrícolas. Nos últimos anos, a participação do agronegócio no PIB nacional tem variado entre 20% e 25%. Contudo, observa-se uma redução dessa participação em 2023 e na projeção para 2024, conforme indicado na Figura 01.

Dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea), da Esalq/USP, em parceria com a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA)¹, indicam que, após dois trimestres consecutivos de retração, o PIB do agronegócio apresentou crescimento de 1,26% no terceiro trimestre de 2024. Esse avanço contribuiu para uma redução na taxa acumulada de queda do setor em 2024, que passou a ser de 2,49%. A projeção para 2024 indica que o agronegócio corresponderá a aproximadamente 22% do PIB brasileiro, abaixo dos 23,5% registrados em 2023.

O crescimento observado no terceiro trimestre de 2024 resultou do desempenho positivo tanto do ramo agrícola, que apresentou alta de 1,27%, quanto do pecuário, com elevação de 1,31%. Esse crescimento foi impulsionado pelo aumento do valor bruto da produção, influenciado, sobretudo, por preços reais mais elevados

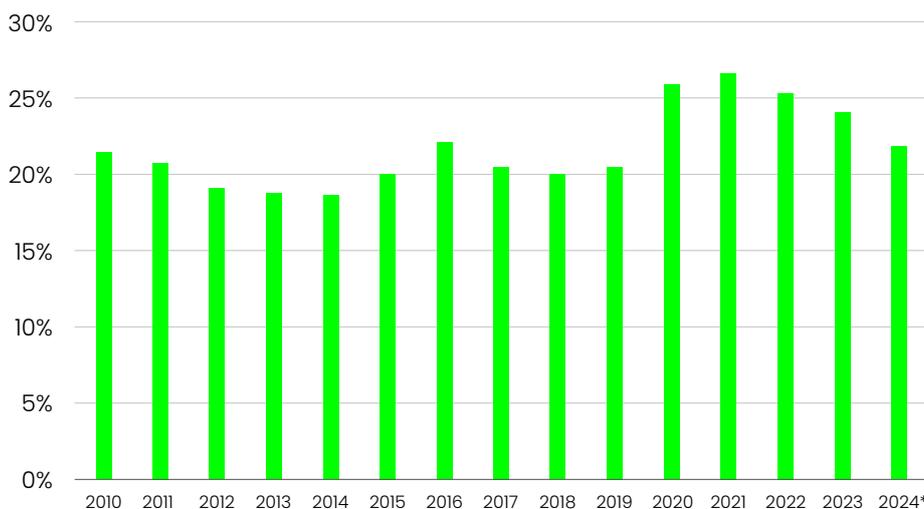
1. CEPEA. PIB do Agronegócio Brasileiro. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>



no período. No entanto, no acumulado do ano até setembro, o setor continua registrando retração, atribuída principalmente à queda no ramo agrícola, que apresenta uma redução superior a 4%, enquanto o segmento pecuário demonstra crescimento de 1,6%.

Os fatores que contribuem para essa dinâmica incluem a redução nos preços de importantes produtos agrícolas e a diminuição da produção, especialmente no segmento “dentro da porteira” que se refere à produção – plantio, manejo, colheita, beneficiamento, manutenção de máquinas, armazenamento dos insumos, descarte de embalagens de agrotóxicos e mão de obra. Em contrapartida, a pecuária tem mitigado parte do impacto negativo, impulsionada pelo desempenho favorável dos segmentos agroindustriais, de agrosserviços e de insumos.

FIGURA 01 - Participação do Agronegócio no PIB do Brasil (%)



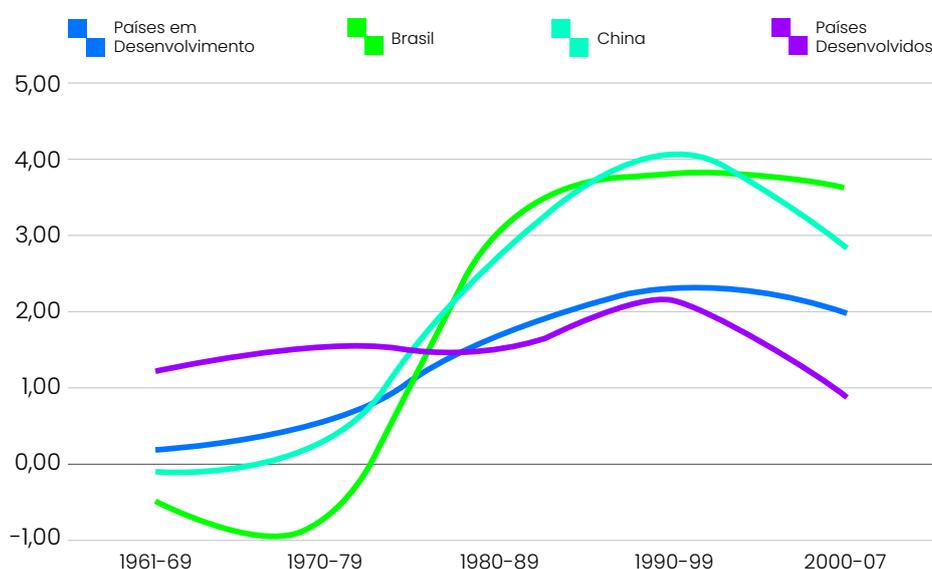
Fonte: Observatório Softex, a partir de dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) e Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária (CNA), 2024 (CEPEA, 2024).

Em uma perspectiva histórica mais ampla, o Brasil registrou uma expressiva evolução na produtividade agrícola a partir da década de 1970, impulsionado pela Revolução Verde, cujo objetivo era reduzir a dependência das importações aumentando a produção de alimentos, e pela necessidade de combater a fome e a desnutrição, como destacado na Figura 02. Segundo dados do IPEA (2022), a produção nacional cresceu cerca de 400% de 1975 a 2020. O período entre 1990 e 2000 marcou o auge desse crescimento



(superior à taxa média dos outros países em desenvolvimento), o qual foi impulsionado por uma combinação de fatores, incluindo a implementação de políticas públicas eficazes, o desenvolvimento de tecnologias agrícolas inovadoras e o trabalho de instituições de destaque, como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC), além de universidades de excelência.

FIGURA 02 - Taxa média de crescimento da produtividade agrícola por período (%)



Fonte: Observatório Softex, a partir de dados da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE, 2011).

O comércio exterior do agronegócio desempenha um papel essencial na economia brasileira, sendo um dos principais responsáveis pelo superávit da balança comercial do país. O Brasil é um dos maiores exportadores globais de commodities agrícolas, de acordo com o *"World Trade Statistical Review 2023"* (OMC, 2023), o Brasil ocupou a terceira posição entre os 10 maiores exportadores de produtos agrícolas em 2022.

A Figura 03 ilustra a evolução da balança comercial do agronegócio brasileiro em bilhões de dólares (USD). Os dados mostram que, entre 2020 e 2024, as exportações do setor cresceram de aproximadamente 100,7 bilhões USD para 164,4 bilhões USD, evidenciando uma tendência de crescimento consistente. As

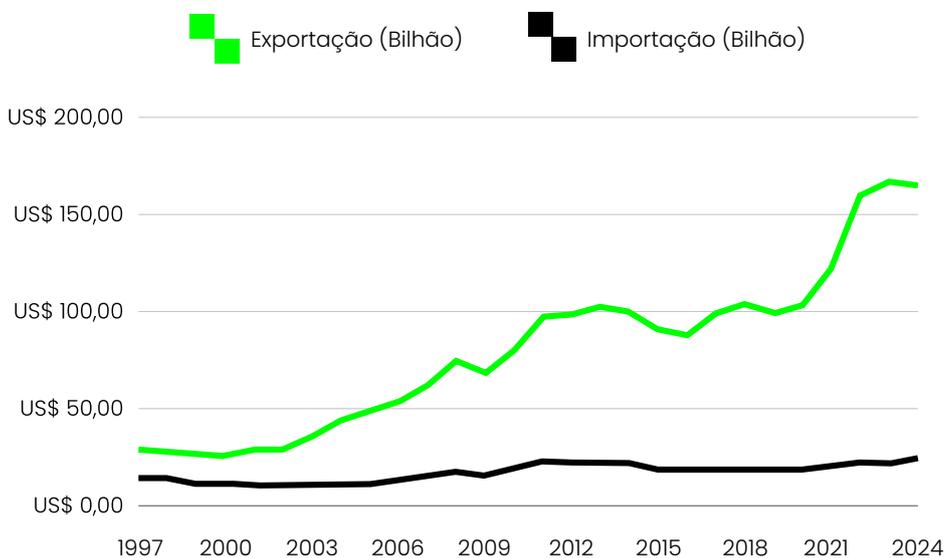


importações, por outro lado, mantiveram-se em patamares significativamente menores, variando entre 13,0 bilhões USD em 2020 e 19,3 bilhões USD em 2024.

A análise feita pelo Observatório Softex dos dados sugere que a elasticidade das exportações do agronegócio em relação ao PIB global e à taxa de câmbio tem sido um fator determinante para a variação da balança comercial. O crescimento das exportações está associado ao aumento da demanda internacional por commodities brasileiras, impulsionado pela valorização do dólar e pela expansão de mercados consumidores na Ásia, especialmente na China.

A estabilidade das importações indica que o Brasil mantém um perfil de economia exportadora no setor agropecuário, importando majoritariamente insumos estratégicos, como fertilizantes e defensivos agrícolas. A dependência desses insumos pode representar um desafio para a competitividade do setor em períodos de instabilidade nos mercados internacionais.

FIGURA 03 - Balança comercial do agronegócio brasileiro (em bilhões USD)



Fonte: Observatório Softex, a partir de dados do Ministério da Agricultura e Pecuária - Agrostat.

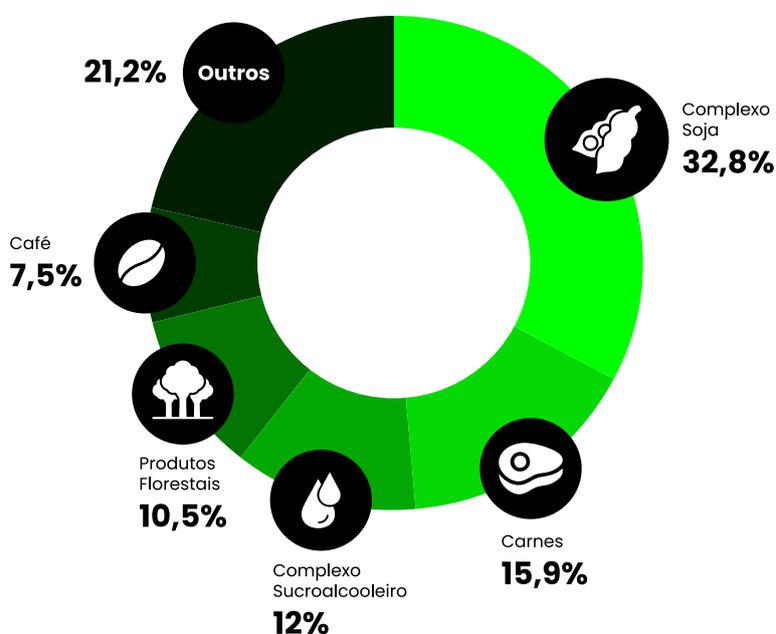


A Figura 04 apresenta a distribuição das exportações do agronegócio por setor, destacando a importância de cada segmento na pauta exportadora. O Complexo Soja lidera com aproximadamente 54 bilhões USD, representando a maior parte das exportações do setor. Em seguida, estão as carnes, com 26 bilhões USD, e o complexo sucroalcooleiro, com 19,7 bilhões USD.

A participação de produtos florestais (17,3 bilhões USD) e do café (12,3 bilhões USD) reforça a diversificação da produção agrícola brasileira. O Brasil se destaca como o maior exportador global de soja e um dos principais fornecedores de carne bovina, açúcar e café para o mercado internacional.

A análise dos setores indica que a competitividade do agronegócio brasileiro está diretamente ligada a fatores como inovação tecnológica, infraestrutura logística e políticas comerciais. A modernização das cadeias produtivas, impulsionada pela adoção de tecnologias como IoT, inteligência artificial e agricultura de precisão, tem sido essencial para o aumento da produtividade e da competitividade dos produtos brasileiros no exterior.

FIGURA 04 - Exportações brasileiras do agronegócio por setor (%)



Fonte: Observatório Softex, a partir de dados do Ministério da Agricultura e Pecuária - Agrostat.



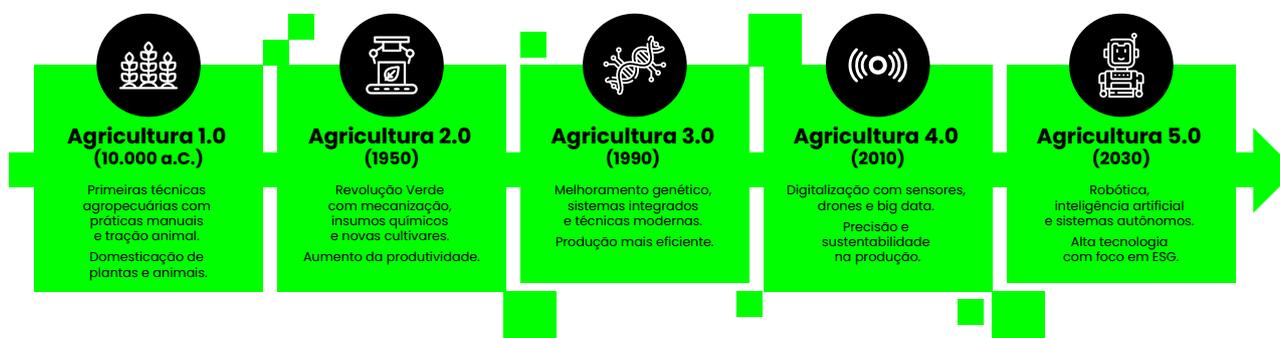
Nas últimas décadas, investimentos em tecnologia e infraestrutura têm sido importantes para impulsionar a produtividade e a competitividade do agronegócio brasileiro no cenário global. A digitalização do setor emerge como uma estratégia relevante para atender a essa demanda crescente. A adoção de tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e Big Data, está promovendo transformações importantes para o setor, tornando as operações agrícolas precisas, eficientes e sustentáveis.

A evolução tecnológica no agronegócio pode ser observada na Figura 5, que ilustra as diferentes fases do desenvolvimento do setor. A transição da Agricultura 1.0 para a Agricultura 5.0 evidencia a incorporação progressiva de inovações tecnológicas no setor do agronegócio, culminando na aplicação de robótica, IA e sistemas autônomos, alinhados aos princípios ESG (Environmental, Social and Governance - Ambiental, Social e Governança).

Dentre as inovações destacadas, a agricultura de precisão destaca-se como um avanço relevante, possibilitando o monitoramento detalhado de variáveis do campo por meio de sensores e análise de dados em tempo real. Essa abordagem permite a gestão otimizada de insumos e recursos naturais, resultando na redução de desperdícios e no aumento da sustentabilidade da produção agrícola.

A evolução para a Agricultura 5.0 aponta para um cenário em que a integração de tecnologias avançadas contribuirá para a automação e eficiência, ao mesmo tempo em que reforça a responsabilidade socioambiental do setor.

FIGURA 05 - Evolução da tecnologia no agronegócio

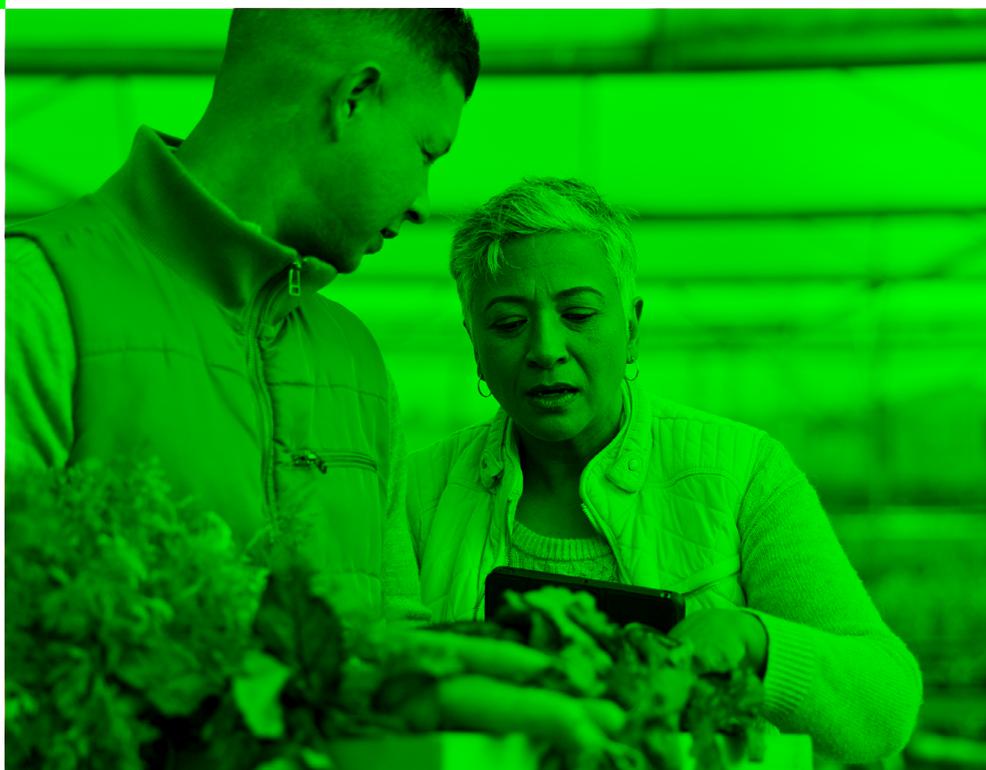


Fonte: Observatório Softex.



Além disso, a digitalização do agronegócio brasileiro é vista como uma resposta necessária para atender à demanda crescente por alimento em um mundo que deverá abrigar cerca de 9 bilhões de pessoas até 2050 (WORLD BANK, 2017). Estima-se que será necessário aumentar a produção agrícola em até 70% nesse período (WORLD BANK, 2017). Portanto, a integração de tecnologias digitais não é apenas uma tendência - é uma necessidade premente para garantir a segurança alimentar global. A transformação digital tem sido uma força motriz nesse processo. Com a adoção crescente de tecnologias emergentes, o agronegócio está se reinventando, tornando-se mais preciso, eficiente e sustentável.

Assim, este artigo se propõe a analisar como as inovações trazidas pelas tecnologias emergentes estão transformando o agronegócio brasileiro. Busca-se entender as aplicações destas tecnologias no setor, destacando-se tanto os desafios quanto às oportunidades que surgem neste novo cenário digital.





O Conceito de Agricultura 4.0

A evolução do agronegócio tem sido marcada por transformações na utilização de recursos naturais, humanos e tecnológicos. Desde a mecanização e a introdução de insumos químicos, passando pela adoção de técnicas avançadas de gestão e monitoramento, o setor busca continuamente aprimorar sua eficiência para atender às crescentes demandas globais. Nesse contexto, a integração de tecnologias digitais emerge como um novo paradigma, transformando a maneira como as operações agrícolas são planejadas e executadas. Esse avanço tecnológico deu origem ao conceito de Agricultura 4.0, uma abordagem que conecta inovações digitais à cadeia produtiva do agronegócio.

Embora o termo Agricultura 4.0 esteja diretamente relacionado à produção agrícola, no Brasil, essa definição abrange um espectro mais amplo do agronegócio como um todo, incluindo tanto a agricultura quanto a pecuária. As inovações tecnológicas aplicadas ao campo, como sensores, inteligência artificial, automação e análise de dados, beneficiam diversas cadeias produtivas, desde o cultivo de grãos e hortaliças até a criação e o manejo de rebanhos. Dessa forma, ao discutir a modernização do setor, o conceito de Agricultura 4.0 deve ser entendido como um avanço tecnológico que impacta a produção agropecuária, promovendo maior eficiência, sustentabilidade e competitividade em diferentes segmentos do agronegócio.

A Agricultura 4.0 é uma adaptação do conceito de Indústria 4.0, que se refere à quarta revolução industrial marcada pela integração de tecnologias digitais avançadas. No contexto agrícola, a Agricultura 4.0 envolve o uso dessas tecnologias para aumentar a eficiência, sustentabilidade e produtividade. De acordo com Mussruhá e Leite (2017), a aplicação dessas inovações na prática agrícola visa otimizar processos e recursos, promovendo uma produção mais inteligente e conectada.



O Banco Mundial destaca que, no agronegócio, equipamentos tecnológicos estão ajudando a alavancar o engajamento global de profissionais de desenvolvimento, pesquisadores, cientistas e produtores além-fronteiras. Estão sendo desenvolvidas novas abordagens que combinam maior produtividade com sustentabilidade ambiental (WORLD BANK, 2017).

A implementação da Agricultura 4.0 permite o monitoramento em tempo real de variáveis críticas, como condições climáticas, umidade do solo e saúde das plantas, por meio de sensores e dispositivos conectados. A análise desses dados possibilita a tomada de decisões mais precisas, resultando em uma gestão agrícola mais eficiente e sustentável. Além disso, a automação de máquinas e equipamentos reduz a necessidade de intervenção humana, aumentando a precisão e a produtividade das operações agrícolas.

Em suma, a Agricultura 4.0 inaugura uma nova era no setor agrícola, introduzindo uma nova forma de produzir alimentos e gerenciar os recursos naturais. O relatório Agriculture 4.0 - The Future Of Farming Technology (Agricultura 4.0 - O Futuro da Tecnologia Agrícola, em tradução livre) publicado em 2018 na plataforma World Government Summit (VATS, 2018) destaca três tendências gerais que serão analisadas pelo Observatório Softex, nas quais a tecnologia da Agricultura 4.0 está revolucionando a indústria agrícola global:

- » **Novas Técnicas de Produção:** a evolução tecnológica tem permitido o desenvolvimento de novas formas de cultivo e produção de alimentos, otimizando o uso de recursos naturais e reduzindo impactos ambientais. Alternativas como a hidroponia, o uso de biomassa de algas e os bioplásticos estão transformando o setor, tornando a agricultura mais sustentável e adaptável a diferentes condições ambientais.
- **Hidroponia:** cultivo sem solo, utilizando soluções nutritivas, reduzindo consumo de água e espaço.
- **Matéria-prima de algas:** alternativa para alimentos, biocombustíveis e suplementos nutricionais.



- **Bioplásticos:** plásticos produzidos a partir de fontes renováveis, diminuindo a dependência de combustíveis fósseis.
 - **Cultivo em regiões áridas:** uso de irrigação eficiente e espécies adaptadas para otimizar recursos.
 - **Agricultura de água salgada:** cultivo de plantas tolerantes à salinidade, aproveitando recursos hídricos de áreas costeiras.
- » **Otimização da Cadeia Produtiva:** a incorporação de novas tecnologias na produção e distribuição de alimentos tem aumentado a eficiência e reduzindo desperdícios. A agricultura vertical, o desenvolvimento genético e a impressão 3D de alimentos são algumas das inovações que contribuem para um modelo produtivo mais sustentável e economicamente viável.
- **Agricultura vertical:** produção em camadas, perto dos centros urbanos, reduzindo transporte e impacto ambiental.
 - **Desenvolvimento genético:** criação de plantas mais resistentes a pragas e variações climáticas, garantindo maior produtividade.
 - **Impressão 3D de alimentos:** fabricação personalizada de produtos a partir de ingredientes naturais ou biotecnológicos.
 - **Proteína cultivada:** produção inovadora de proteínas em ambiente controlado, otimizando recursos e reduzindo o impacto ambiental.
- » **Integração de Tecnologias Entre Setores:** a Agricultura 4.0 tem promovido a convergência de diversas tecnologias, permitindo um gerenciamento mais eficiente e integrado dos recursos agrícolas. O uso de drones, sensores inteligentes e análise de dados tem tornado a produção mais previsível, sustentável e adaptada às novas demandas globais.
- **Drones:** monitoramento aéreo, aplicação de insumos e levantamento de dados em tempo real.
 - **Big Data:** análise de grandes volumes de dados para previsão climática e otimização da produção.



- **IoT:** sensores conectados monitoram solo, clima e plantações para ajustes automatizados.
- **Agricultura de precisão:** aplicação localizada de insumos, reduzindo desperdícios e maximizando a eficiência dos recursos.

Essas tendências demonstram como a integração de novas técnicas, tecnologias e abordagens próprias da Agricultura 4.0 está revolucionando o agronegócio em todo o mundo.

No Brasil, esse avanço tecnológico encontra terreno fértil, refletindo-se no panorama das Agtechs e alinhando-se aos desafios e oportunidades do agronegócio nacional. O ecossistema de inovação brasileiro conta com mais de 1,9 mil Agtechs ativas, de acordo com o Radar AgTech Brasil (EMBRAPA, 2023). O relatório “Startup Landscape: Agtechs” (LIGAVENTURES, 2023) revela que, entre as 809 Agtechs mapeadas, a maioria (9,6%) pertence à categoria de biotecnologia. Em seguida, 8,1% das startups estão na área de backoffice para negócios, e 8,0% se dedicam a soluções de VANT e geoprocessamento. Segundo esse levantamento, entre janeiro de 2022 e dezembro de 2023, o setor gerou um volume de investimentos superior a R\$ 3 bilhões. As startups voltadas para serviços financeiros e agricultura de baixo carbono foram as que mais contribuíram para o total de investimentos nesse período.

Recentemente, o conceito de Agricultura 5.0 tem ganhado destaque como uma evolução da Agricultura 4.0. Essa nova abordagem busca integrar ainda mais as tecnologias digitais com as necessidades humanas e ambientais, promovendo uma produção agrícola mais personalizada, sustentável e centrada no ser humano. A Agricultura 5.0 enfatiza a utilização de tecnologias avançadas, como robótica, IA e sistemas autônomos, com foco em princípios de ESG.

A expectativa é que a Agricultura 5.0 amplie a conectividade e a automação no campo, permitindo uma gestão ainda mais precisa dos recursos naturais e uma adaptação mais rápida às mudanças nas condições ambientais e de mercado. Além disso, espera-se que



essa abordagem promova uma maior inclusão social, garantindo que os benefícios das inovações tecnológicas sejam acessíveis a produtores de diferentes escalas e regiões.

A transição da Agricultura 4.0 para a 5.0 representa um novo estágio na modernização do agronegócio, promovendo uma produção mais eficiente, sustentável e alinhada às necessidades do setor. A incorporação de novas tecnologias melhora a gestão dos recursos naturais e contribui para a segurança alimentar, além de aumentar a capacidade de adaptação a desafios ambientais e econômicos. Nesse contexto, é fundamental analisar as principais tecnologias utilizadas no agronegócio e seu impacto na produtividade e na sustentabilidade da produção.





Principais Tecnologias utilizadas no agronegócio

A introdução de tecnologias digitais no agronegócio está promovendo mudanças substanciais na maneira como os recursos são geridos e as operações agrícolas são realizadas. A Agricultura 4.0, com sua ênfase em dados, automação e conectividade, está transformando o setor ao permitir a adoção de práticas mais eficientes e sustentáveis. O Brasil, com sua vasta extensão agrícola e relevância no mercado global, apresenta características únicas que favorecem a implementação dessas tecnologias. A integração de soluções inovadoras, como drones, sensores IoT e sistemas de análise de dados, tem potencial para aumentar a competitividade do agronegócio nacional enquanto enfrenta desafios relacionados à sustentabilidade, produtividade e logística. Neste contexto, o país torna-se um laboratório vivo para o avanço das aplicações da Agricultura 4.0, refletindo as tendências globais e contribuindo para o desenvolvimento de soluções adaptadas às suas particularidades. O agronegócio tem incorporado diversas tecnologias para otimizar processos, aumentar a produtividade e reduzir impactos ambientais. Algumas das principais tecnologias utilizadas atualmente incluem:

Internet das Coisas (IoT)

A IoT refere-se à interconexão de dispositivos inteligentes por meio da internet, permitindo a coleta, transmissão e análise de dados em tempo real. No agronegócio, essa tecnologia possibilita a integração de sensores, máquinas e softwares para monitoramento de variáveis ambientais e operacionais. Com a IoT, produtores podem acompanhar remotamente aspectos críticos da produção, como temperatura, umidade do solo, níveis de irrigação e estado das culturas, otimizando recursos e reduzindo desperdícios.



Sensores conectados permitem o monitoramento contínuo de variáveis ambientais, como temperatura, umidade do solo e condição das culturas, auxiliando na tomada de decisão baseada em dados. Esses dispositivos fornecem informações precisas que ajudam na aplicação eficiente de insumos agrícolas, como fertilizantes e defensivos, reduzindo custos e impactos ambientais.

O impacto da IoT no agronegócio já pode ser observado em ganhos econômicos e produtivos. Segundo dados do BNDES², no Brasil a implementação dessa tecnologia pode movimentar entre US\$ 5 bilhões e US\$ 21 bilhões até 2025, proporcionando um aumento de até 25% na produtividade e uma redução de até 20% no uso de insumos agrícolas. Ao melhorar a eficiência operacional e permitir uma gestão mais precisa, a IoT contribui para a sustentabilidade do setor, promovendo uma produção mais inteligente, conectada e resiliente às mudanças climáticas e às demandas do mercado.

Inteligência Artificial (IA)

A IA no agronegócio envolve o uso de algoritmos avançados para processar grandes volumes de dados e fornecer insights para otimização da produção. Aplicações de IA incluem a previsão de safras, a detecção precoce de pragas e doenças, a recomendação de insumos e a automação de processos agrícolas. Com aprendizado de máquina, sistemas podem identificar padrões e sugerir melhores práticas para maximizar o rendimento das lavouras.

Algoritmos avançados analisam grandes volumes de dados para prever safras, identificar pragas e doenças, e otimizar o uso de insumos agrícolas. Sensores e drones captam imagens que são processadas por IA para mapear áreas de risco e sugerir ações corretivas de forma rápida e precisa.

A implementação da IA no agronegócio já demonstra impactos positivos, aumentando a produtividade e reduzindo custos operacionais. Empresas de tecnologia agrícola estimam que o uso de IA pode reduzir perdas em até 30%³, melhorando a eficiência e

2. BNDES - Relatório Final do Estudo. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/d22e7598-55f5-4ed5-b9e5-543d1e5c6dec/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m5WVld?>

3. SOFTEX. A revolução da Inteligência Artificial no agronegócio brasileiro. Disponível em: <https://softex.br/a-revolucao-da-inteligencia-artificial-no-agronegocio-brasileiro/>



a sustentabilidade da produção. Além disso, segundo a Accenture⁴, fazendas que adotam IA aumentam sua produtividade em até 20%. A empresa também destaca que, em média, fazendas que utilizam IA economizam 15% em custos com insumos. Ao permitir decisões mais rápidas e fundamentadas, a IA fortalece a resiliência do setor agrícola frente às variações climáticas e às pressões econômicas.

Além disso, a Softex ajuda no desenvolvimento desta tecnologia no Brasil a partir do programa IA² MCTI⁵. O programa IA² MCTI conta com seis projetos voltados para o setor agropecuário, desenvolvendo soluções que abrangem desde a agricultura e pecuária de precisão, que possibilitam a tomada de decisões em tempo real com base em dados, até análises de solo e cultivos em ambientes controlados.

No setor pecuário, destacam-se iniciativas como o projeto da IBEEF, que aplica pecuária de precisão para avaliar a qualidade da carcaça e da carne bovina, alinhando-se ao conceito da Indústria da Carne 4.0. A 3R Agro Digital foca na gestão e certificação da sustentabilidade da criação de bovinos em pastagens, enquanto a KeroW trabalha no reconhecimento individual de bovinos e suínos, utilizando captura de imagens e redes neurais convolucionais para aprimorar o monitoramento animal.

Outras soluções em desenvolvimento incluem um sistema automatizado de controle de pragas baseado em meta-aprendizagem, desenvolvido pela Universidade Católica Dom Bosco; o SensorGreen, que utiliza inteligência artificial para análise do solo; e o UTFARM, uma tecnologia voltada para a produção indoor de bioativos destinados a fitomedicamentos.

4. ACCENTURE. Impacto da Inteligência Artificial na Agricultura. Disponível em: <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/accenture-com/document/Accenture-Tecnologia-Sustentavel-BR.pdf>

5. IA² MCTI. Disponível em: <https://ia2mcti.softex.br/>



Big Data

O Big Data no agronegócio refere-se à capacidade de coletar, armazenar e analisar grandes volumes de dados provenientes de diferentes fontes, como satélites, sensores, drones e equipamentos agrícolas. A análise desses dados permite identificar tendências, otimizar o uso de insumos e melhorar a gestão da produção, tornando as operações agrícolas mais previsíveis e eficientes.

A análise de grandes conjuntos de dados possibilita a identificação de padrões e tendências, facilitando a gestão agrícola e melhorando a eficiência operacional. Sistemas baseados em Big Data processam informações climáticas e de solo para sugerir práticas agrícolas mais adequadas a cada tipo de cultura, reduzindo desperdícios e otimizando colheitas.

O impacto do Big Data no agronegócio é significativo. Estudos da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO)⁶ apontam que a digitalização e análise avançada de dados podem aumentar a produtividade das fazendas em até 20%, ao mesmo tempo que reduzem o desperdício de água e fertilizantes. A integração do Big Data com outras tecnologias digitais impulsiona um modelo de produção mais sustentável e rentável.

Drones e Sensoriamento Remoto

Os drones e o sensoriamento remoto representam avanços tecnológicos que permitem uma análise detalhada das lavouras por meio de imagens aéreas de alta precisão. Equipados com câmeras multiespectrais e sensores térmicos, os drones capturam informações sobre a saúde das plantas, detectam áreas com deficiências nutricionais e monitoram a presença de pragas e doenças. Veículos aéreos não tripulados (VANTs) realizam o mapeamento detalhado de áreas agrícolas, permitindo o monitoramento da lavoura e a aplicação direcionada de defensivos. Essas ferramentas permitem intervenções mais precisas, reduzindo o desperdício de insumos e minimizando

6. FAO. Food and Agriculture Organization Of The United Nations. Disponível em: <https://iclei.org/partners/fao-food-and-agriculture-organization-of-the-united-nations/>



impactos ambientais. Um estudo da Deloitte⁷ revela que o uso de drones na agricultura pode reduzir o uso de pesticidas em até 20% e aumentar a produtividade em 15%. Empresas como John Deere e AGCO oferecem drones projetados especificamente para o setor agrícola, facilitando o monitoramento e a gestão das plantações com grande eficiência. Os drones também podem ser utilizados para:

- » aplicação de fertilizantes e defensivos;
- » distribuição de sementes;
- » aplicação de pólen em locais que possuem redução dos polinizadores naturais;
- » liberação de agentes de controle biológico;
- » inspeção da infraestrutura, como cercas e sistemas de irrigação.

A crescente adoção de drones no agronegócio reflete-se no aumento do mercado global dessa tecnologia. No Brasil, as importações de drones cresceram 24% em 2024⁸, impulsionadas pela busca por soluções mais eficientes e econômicas. Com sua capacidade de coletar dados rapidamente e fornecer informações precisas, os drones fortalecem a gestão agrícola e contribuem para o aumento da produtividade.

Automação e Robótica

A automação e a robótica no agronegócio vêm transformando a forma como as atividades agrícolas são realizadas, reduzindo a dependência de mão de obra e aumentando a eficiência operacional. Máquinas autônomas e robôs agrícolas executam tarefas como plantio, pulverização e colheita com alta precisão, diminuindo erros e otimizando recursos.

7. Deloitte. On solid ground: AgTech is driving sustainable farming and is expected to harvest US\$18 billion in 2024 revenues. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/technology/technology-media-and-telecom-predictions/2024/agricultural-technology-predictions.html>

8. ELEVAGRO. Tendências do agronegócio 2025. Disponível em: <https://elevagro.com/blog/tendencias-do-agronegocio-2025/>



Máquinas autônomas e sistemas robotizados são utilizados para semeadura, colheita e outras operações agrícolas, reduzindo a dependência de mão de obra e aumentando a precisão das atividades no campo. Sensores integrados permitem que essas máquinas realizem ajustes automáticos conforme as condições do solo e do clima.

A robótica agrícola já apresenta impactos significativos na produtividade. Um estudo da McKinsey⁹ mostra que a automação agrícola pode reduzir os custos operacionais em até 25% e aumentar a produção em até 20%, especialmente em culturas que demandam alta intensidade de trabalho. A tendência é que a automação continue a evoluir, tornando a produção agrícola cada vez mais eficiente e sustentável.

Biotechnologia

A biotecnologia tem um papel importante na modernização do agronegócio, permitindo o desenvolvimento de cultivares geneticamente modificadas e outras técnicas de melhoramento genético que aumentam a produtividade e a resistência das plantas a fatores adversos. Essas inovações contribuem para a segurança alimentar e para a adaptação da agricultura às mudanças climáticas.

O desenvolvimento de cultivares geneticamente modificadas possibilita o aumento da produtividade e a resistência a pragas e condições climáticas adversas. Além disso, a edição genética permite a criação de variedades mais nutritivas e resistentes a períodos de seca.

Os avanços em biotecnologia agrícola já impactam a produção mundial. De acordo com o Serviço Internacional para Aquisição de Aplicações de Agrobiotecnologia (ISAAA)¹⁰, em 2019, aproximadamente 91% da área global de soja e 32% da área global de milho eram cultivadas com variedades geneticamente modificadas. No Brasil, esses números eram ainda mais expressivos, com 96,8% da soja e 88,9% do milho cultivados sendo

9. MCKINSEY. Agricultura de Precisão e Sustentabilidade. Disponível em: <https://mente-do-agricultor.mckinsey.com/>

10. ISAAA. Os principais cultivos GM atingem saturação nos maiores mercados. Disponível em: <https://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/translations/portugueseweb/newsletter/default.asp?Date=8%2F1%2F2019>



geneticamente modificados. Além disso, o país tem utilizado a biotecnologia para o crescimento da produtividade, reduzindo perdas por pragas e doenças.

A adoção dessas tecnologias reforça a importância da inovação no agronegócio e demonstra o potencial do setor para evoluir em direção a uma produção mais eficiente e sustentável, em que a integração de tecnologias avançadas contribuirá para a automação e eficiência, ao mesmo tempo em que reforça a responsabilidade socioambiental do setor.





Desafios para a Adoção das tecnologias no agronegócio

A adoção de tecnologias no agronegócio brasileiro enfrenta desafios que vão além da simples implementação de inovações. Embora os avanços tecnológicos estejam transformando o agronegócio, barreiras estruturais, culturais e econômicas ainda limitam a disseminação de práticas digitais no setor. Entre os principais entraves estão a falta de infraestrutura adequada, especialmente em áreas rurais, a necessidade de qualificação profissional para operar e interpretar tecnologias avançadas e os altos custos iniciais de adoção.

Além disso, um desafio relevante está relacionado ao conhecimento sobre os benefícios da tecnologia no campo. Muitos produtores ainda não têm acesso a informações claras sobre como as inovações podem contribuir para a otimização dos processos produtivos, aumento da eficiência e sustentabilidade da produção. Essa falta de familiaridade com as novas soluções pode gerar resistência à adoção de tecnologias e impactar a modernização do setor.

É importante destacar que a realidade dos produtores é diversa, variando conforme o porte e o modelo de produção. Grandes produtores, cooperativas e agroindústrias tendem a ter maior acesso a inovações, enquanto outros segmentos podem enfrentar desafios específicos. No caso dos pequenos produtores e da agricultura familiar, as barreiras podem estar relacionadas a fatores como acesso ao crédito, suporte técnico e integração com cadeias produtivas mais tecnológicas.

Nesse contexto, desenvolver estratégias que tornem a tecnologia mais acessível e promover iniciativas de capacitação são medidas essenciais para impulsionar a digitalização do agronegócio de forma ampla e integrada. A criação de políticas públicas, incentivos



financeiros e programas educacionais pode facilitar a transição para a Agricultura 4.0, garantindo que os benefícios das inovações sejam aproveitados por toda a cadeia produtiva.

O estudo “Desafios da Indústria Brasileira - Caderno 1” (SOFTEX, 2024), que analisou os desafios e as oportunidades enfrentados pelas empresas brasileiras que participaram de iniciativas de inovação aberta promovidas pela Softex ao longo de 2017 e 2023, destacou alguns dos desafios do setor do agronegócio, entre os quais se incluem:

- » **2017:** melhorar a gestão de informações técnicas, a eficiência operacional e a comunicação entre fornecedores, precisão no controle de insumos e na qualidade da produção, aumentar a produtividade e reduzir custos por meio da economia de insumos, gestão dos resíduos gerados nos processos operacionais.
- » **2019:** otimização de processos agrícolas e no acompanhamento detalhado de dados para otimizar o manejo e tratamento agrícolas por meio da análise e processamento de dados e indicadores, processamento de imagens para a classificação de plantas promissoras e melhorar a eficiência nos processos de colheita.
- » **2023:** rastreabilidade da origem dos alimentos ao consumidor final, otimização de tratamentos agrícolas, monitoramento em tempo real e diagnóstico precoce da saúde animal.

A mais recente edição do “Índice Agrotech” (GS1BRASIL, 2024), que mensura o nível de automação e digitalização nas fazendas brasileiras, revela que apesar do crescimento constante em certos segmentos, o setor ainda enfrenta obstáculos para a adoção completa de tecnologias. O estudo identifica uma série de desafios tecnológicos e socioeconômicos que devem ser enfrentados nos próximos anos para promover a plena integração das inovações no agronegócio. A seguir, o Observatório Softex detalha esses desafios, destacando os aspectos críticos que precisam ser superados para viabilizar a adoção e o uso eficaz das tecnologias emergentes no setor.



Desafios tecnológicos

Os avanços tecnológicos no agronegócio trazem consigo uma série de desafios que precisam ser enfrentados para garantir a sua implementação eficaz e abrangente. Entre eles, destacam-se a necessidade de modernização dos sistemas de gestão, a adoção de tecnologias voltadas à preservação ambiental e a integração de dados provenientes de diferentes fontes para otimizar os processos produtivos. Esses desafios envolvem não apenas questões técnicas, como o alto custo de aquisição e manutenção de equipamentos, mas também aspectos humanos, como a qualificação da mão de obra e a resistência à inovação. Assim, compreender essas barreiras tecnológicas é essencial para desenvolver estratégias que viabilizem a transformação digital no campo de maneira inclusiva e sustentável.

ADOÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO AUTOMATIZADOS

Ainda hoje, existe a predominância do uso de planilhas eletrônicas, com dados inseridos manualmente, para realizar o gerenciamento das atividades no campo. A adoção de sistemas automatizados possui um custo alto para a implementação, além da limitação ao acesso de tecnologias e a qualificação da mão de obra para manejo do sistema e a interpretação dos resultados obtidos.

APLICAÇÃO DE TECNOLOGIAS VOLTADA À PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

O uso de máquinas automatizadas, drones para mapeamento e monitoramento de área, sensores climáticos e de umidade que otimizam o uso da água nos campos e os painéis solares que geram energia limpa são algumas aplicações de tecnologias voltadas para a preservação ambiental que podem ser adotadas pelo agronegócio. Os maiores desafios apresentados para a adoção dessas tecnologias no campo estão relacionados à capacitação técnica para manuseio e operação do maquinário, além do alto custo para aquisição e manutenção dos aparelhos, o que representa um desafio especialmente para os pequenos agricultores.



AUTOMAÇÃO, COLETA, MONITORAMENTO E INTEGRAÇÃO DOS DADOS COM OS PROCESSOS, MAQUINÁRIOS E EQUIPAMENTOS VOLTADOS À PRODUÇÃO

O processo de integração de dados associados à produção envolve a consolidação de dados de diferentes fontes, que podem ser de drones, sensores, maquinários agrícolas, estações meteorológicas e, até mesmo, imagens de satélites. Para que a integração desses dados seja possível, é necessário adotar tecnologias que permitam a centralização das informações em um mesmo ambiente ou plataforma para análise posterior.

Os desafios surgem nos recursos necessários para a adoção das tecnologias necessárias para a consolidação e centralização dos dados, como as nuvens, e na mão de obra especializada para gerir e analisar os dados de maneira eficiente. Outro fator desafiante é a resistência à inovação, principalmente por parte do pequeno produtor e dos agricultores familiares, que devido à baixa escolaridade e a falta de assistência técnica, existe uma resistência na adoção dos processos de integração de informações associadas à produção.

Desafios socioeconômicos

Os desafios socioeconômicos no agronegócio brasileiro evidenciam a complexidade de integrar avanços tecnológicos às práticas agrícolas em um setor marcado por desigualdades estruturais. A falta de infraestrutura e conectividade, o custo de implementação tecnológica, as exigências de desenvolvimento sustentável e a necessidade de capacitação dos produtores são questões relevantes nesse contexto. Esses fatores, muitas vezes interligados, limitam o acesso a inovações e impactam a competitividade e a sustentabilidade do setor. A análise desses desafios é importante para a formulação de políticas públicas e estratégias que incentivem a adoção de tecnologias no meio rural, considerando as particularidades regionais e os diferentes perfis de produtores.

Neste sentido, também vale destacar os desafios socioeconômicos (MASSHURÁ et al., 2020) enfrentados tanto no contexto global quanto nacional.



INFRAESTRUTURA E CONECTIVIDADE NO CAMPO

Segundo dados da Associação ConectaAGRO, em 2023, somente 23,8% dos imóveis rurais brasileiros têm cobertura 4G ou 5G em toda área de uso agropecuário e apenas 43,8% da área disponível para uso agrícola no Brasil tem cobertura 4G ou 5G, com maior concentração no sul e sudeste brasileiro (CONNECTAAGRO, 2023). Isso ocorre devido ao alto custo associado à implantação da infraestrutura apropriada para que seja possível ter cobertura e conectividade em mais áreas agrícolas, conforme será abordado no próximo tópico.

CUSTO DE IMPLEMENTAÇÃO E ACESSO À TECNOLOGIA PARA PEQUENOS PRODUTORES

De acordo com os dados do periódico de Conectividade Rural (MILANEZ et al., 2020), as faixas de valores médios de *capital expenditure* custam, aproximadamente, R\$ 500 mil e os valores de *operational expenditure* custam em torno de R\$ 5 mil por mês. Esses valores demonstram o alto custo de implementação e a dificuldade de acesso à tecnologia para pequenos produtores, que representam uma parcela significativa da área rural brasileira. O processo de adoção de tecnologia no setor agropecuário é considerado um fenômeno complexo, pois está diretamente associado aos diversos fatores que influenciam o processo de tomada de decisão do produtor rural sobre a incorporação de um novo insumo e/ou de uma técnica produtiva na propriedade (PROCÓPIO et al., 2024).

DESENVOLVIMENTO RURAL SUSTENTÁVEL

A necessidade do desenvolvimento sustentável no meio rural surgiu em um momento ligado à preocupação com o meio ambiente e ao consumo consciente de recursos naturais que comprometem as gerações futuras uma vez acabados. A redução do uso de fertilizantes químicos e a diminuição da produção em larga escala, o manejo menos agressivo do solo, e a utilização, cada vez menor, de recursos naturais e insumos externos, são alguns dos desafios relacionados à adoção do desenvolvimento rural sustentável que demonstram a extrema importância e a necessidade da implementação de medidas de controle e a criação de tecnologias de baixo impacto ambiental para reduzir perdas e desperdícios materiais.



NECESSIDADE DE CAPACITAÇÃO

Dados do Censo Agropecuário de 2017 (IBGE, 2017) mostram que, do total de 5 milhões de produtores agropecuários, 73% têm no máximo o ensino fundamental e 23% não sabem ler nem escrever. Essa baixa escolaridade dificulta o entendimento e a adoção de tecnologias, essenciais para modernizar a gestão e a produção agrícola. Adicionalmente, mesmo quando há tecnologias disponíveis, os produtores rurais frequentemente não têm acesso a informações ou suporte técnico para utilizá-las.

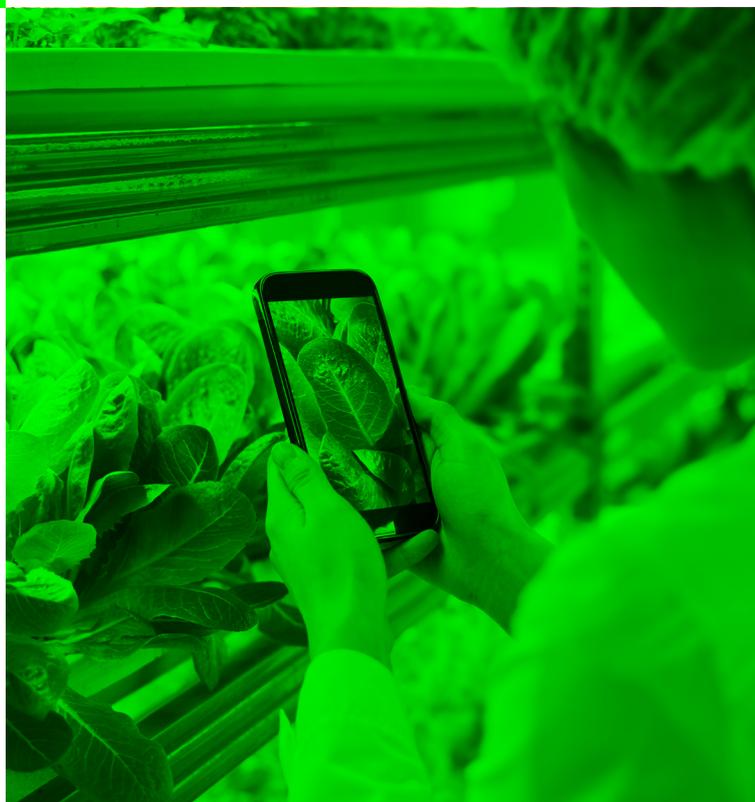
O desenvolvimento de tecnologias apropriadas para o agronegócio, por si só, não garante sua adoção eficaz. A combinação de baixa escolaridade com a falta de apoio técnico limita a capacidade de produtores rurais utilizarem essas ferramentas de maneira eficiente. Sem a qualificação adequada, a implementação de novas tecnologias pode ser subutilizada ou até gerar resultados adversos. Portanto, além do acesso às inovações, é essencial investir em programas de capacitação, assistência técnica e extensão rural, capacitando os produtores a aplicar e maximizar os benefícios dessas soluções tecnológicas.

Dessa forma, o Brasil enfrenta desafios complexos na adoção de tecnologias emergentes no agronegócio, que incluem a ampliação da infraestrutura e conectividade no campo, a redução dos custos de implementação para pequenos produtores e a promoção do desenvolvimento rural sustentável. A capacitação técnica dos produtores e trabalhadores agrícolas destaca-se como uma das barreiras mais significativas, demandando esforços consistentes em educação e treinamentos especializados.

Superar os desafios para a adoção da Agricultura 4.0 no Brasil requer um esforço conjunto entre setor público, privado e academia. Políticas públicas voltadas à ampliação da conectividade no campo, incentivos financeiros para a aquisição de tecnologias e programas de capacitação técnica são fundamentais para mitigar barreiras estruturais e econômicas. Além disso, o fortalecimento de parcerias entre startups, grandes empresas e produtores rurais pode acelerar a introdução de inovações acessíveis e adaptadas às necessidades locais. Ao enfrentar essas limitações de forma



estratégica, o Brasil poderá não apenas ampliar a competitividade do agronegócio no cenário global, mas também garantir maior sustentabilidade e resiliência para o setor no longo prazo.





Oportunidades e Tendências Futuras

O agronegócio brasileiro encontra-se em um momento de transformações significativas, impulsionado pela crescente integração de tecnologias digitais e por demandas relacionadas à sustentabilidade e eficiência. Nesse contexto, surgem oportunidades importantes para consolidar o setor como um dos protagonistas no cenário global, especialmente por meio da ampliação da conectividade, do fortalecimento da bioeconomia e do estímulo à inovação por meio de parcerias público-privadas e políticas públicas. Essas tendências refletem não apenas a necessidade de modernização tecnológica, mas também a urgência em desenvolver um modelo de produção que equilibre produtividade, inclusão e conservação ambiental, garantindo competitividade e sustentabilidade a longo prazo. Entre as principais oportunidades e tendências futuras, destacam-se a expansão da conectividade 5G, o avanço da bioeconomia, as parcerias público-privadas (PPPs) e a importância da criação de políticas públicas no agronegócio brasileiro.

EXPANSÃO DA CONECTIVIDADE 5G E SEU IMPACTO NO AGRONEGÓCIO

A chegada da tecnologia 5G promete revolucionar o agronegócio brasileiro. Com uma velocidade de conexão até dez vezes maior que a atual 4G, o 5G permitirá um monitoramento mais eficiente das fazendas por meio de drones, câmeras de vigilância, sensores e máquinas, que facilitam a automação com máquinas inteligentes e a gestão de sistemas de irrigação, detecção de pragas e o monitoramento do rebanho. Essa conectividade avançada possibilitará a coleta e análise de dados em tempo real, como dados de condições climáticas e saúde das culturas, otimizando a produção agrícola e reduzindo perdas (TOMASZEWSKI et al., 2022). A implementação do 5G também pode melhorar a comunicação entre gestores e trabalhadores, promovendo uma gestão mais integrada.



AVANÇO DA BIOECONOMIA E A DIGITALIZAÇÃO SUSTENTÁVEL

A bioeconomia tem ganhado, recentemente, destaque no Brasil com a criação da Secretaria Nacional de Bioeconomia (SNB) e com a edição da Estratégia Nacional de Bioeconomia. Nos termos dessa Estratégia Nacional, bioeconomia é (BRASIL, 2024):

“[...] o modelo de desenvolvimento produtivo e econômico baseado em valores de justiça, ética e inclusão, capaz de gerar produtos, processos e serviços, de forma eficiente, com base no uso sustentável, na regeneração e na conservação da biodiversidade, norteados pelos conhecimentos científicos e tradicionais e pelas suas inovações e tecnologias, com vistas à agregação de valor, à geração de trabalho e renda, à sustentabilidade e ao equilíbrio climático.”

Diante do conceito exposto sobre bioeconomia, espera-se a abertura de possibilidades concretas para o aproveitamento da biodiversidade brasileira, com foco no desenvolvimento de tecnologias voltadas para a utilização máxima e sustentável dos recursos naturais e matérias-primas, além da reutilização de resíduos gerados por meio da potencialização da inovação biotecnológica e do fortalecimento das políticas que promovem e incentivam o uso sustentável dos recursos naturais.

PARCERIAS PÚBLICO-PRIVADAS E INCENTIVOS À INOVAÇÃO NO SETOR

As parcerias público-privadas (PPPs) têm se mostrado essenciais para fomentar inovações no agronegócio brasileiro. Essas colaborações entre o setor público e privado permitem compartilhar responsabilidades e riscos em projetos que visam melhorar a infraestrutura agrícola, promover pesquisa e desenvolver novas tecnologias.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) destaca-se como uma das principais instituições públicas a fomentar tais colaborações. Um exemplo relevante é a cooperação entre a Embrapa e a Bayer, que visa apoiar a consolidação de um mercado de carbono específico para a agricultura brasileira. Essa parceria investe em pesquisas científicas para quantificar o



balanço de carbono em culturas como soja e milho, permitindo que os agricultores sejam remunerados por práticas sustentáveis que reduzam as emissões de gases de efeito estufa (BRASIL, 2020).

Outra iniciativa relevante é o projeto Embrapa AgNest, que busca promover a inovação aberta e o desenvolvimento de tecnologias agrícolas por meio de parcerias com empresas privadas, como a Wyld Networks. Essa colaboração foca na implementação de soluções de conectividade para o campo, facilitando a adoção de tecnologias digitais pelos produtores rurais (WYLD NETWORKS, 2024).

Além dessas iniciativas, a Embrapa tem firmado acordos com startups do agronegócio para impulsionar o desenvolvimento de soluções inovadoras no setor. Essas PPPs permitem que empresas emergentes acessem a expertise técnica da Embrapa, acelerando o processo de inovação e beneficiando o agronegócio brasileiro como um todo (EMBRAPA, 2023).

POLÍTICAS PÚBLICAS NO AGRONEGÓCIO DIGITAL

As políticas públicas têm um papel significativo no desenvolvimento do agronegócio brasileiro, oferecendo regulamentações e incentivos que atendem aos interesses dos agricultores. Essas medidas contribuem para um ambiente propício ao investimento e à inovação, além de auxiliar na estabilização dos preços dos produtos agrícolas e na garantia de renda para os produtores, especialmente em um setor sujeito a riscos climáticos e flutuações de mercado.

Um exemplo de política pública relevante é o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que facilita o acesso ao crédito para pequenos agricultores, permitindo investimentos em tecnologia e infraestrutura, com foco na geração de renda e na melhora do uso da mão de obra familiar. Por meio do Pronaf, o agricultor consegue financiar itens de custeio relacionados à atividade agrícola desenvolvida e modernizar a infraestrutura visando o aumento de produtividade. O subprograma Pronaf Bioeconomia permite o financiamento para o agricultor investir na utilização de tecnologias de energia renovável, adoção de práticas



conservacionistas e correção de acidez e fertilidade do solo, com foco na sua recuperação, além de promover o uso sustentável dos recursos naturais.

Além do Pronaf, o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) fortalece a agricultura familiar ao promover a compra de produtos da agricultura familiar para distribuição em programas sociais, assegurando mercado e renda para os produtores, além de promover o acesso aos alimentos para pessoas em situação de insegurança alimentar e nutricional, contribuindo para a redução do número de pessoas que se encontram nessa situação.

Em termos de financiamento, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) aprovou R\$ 52,3 bilhões para o agronegócio brasileiro em 2024¹¹, representando um aumento de 26% em relação a 2023. Esse incremento reflete o compromisso do governo em apoiar o agronegócio brasileiro por meio de crédito facilitado.

No âmbito da sustentabilidade, o Plano de Adaptação e Baixa Emissão de Carbono na Agricultura (Plano ABC+) busca incentivar práticas agrícolas que reduzam a emissão de gases de efeito estufa, promovendo uma agropecuária nacional mais sustentável que garanta a conservação dos recursos naturais e está alinhada às exigências ambientais atuais. O diferencial do Plano ABC+ está na promoção da adaptação aos efeitos adversos das mudanças climáticas de maneira significativa e robusta.

Essas políticas mencionadas são exemplos de iniciativas que fortalecem o agronegócio brasileiro. Contudo, ao considerarmos os avanços e desafios da agricultura digital, torna-se evidente a necessidade de maior fortalecimento e da criação de novas políticas públicas. A agricultura digital, com seu potencial de otimizar a produção e aumentar a eficiência, exige investimentos em conectividade rural, infraestrutura tecnológica e capacitação dos agricultores.

11. BNDES aprova R\$ 52,3 bi para o agro em 2024, 26% a mais do que no ano anterior. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/imprensa/noticias/conteudo/bndes-aprova-r-523-bi-para-o-agro-em-2024-26-mais-do-que-no-ano-anterior>



Abaixo, o Observatório Softex apresenta algumas políticas públicas que têm desempenhado um papel relevante no fortalecimento do agronegócio brasileiro e na mitigação dos desafios enfrentados pelo setor.

PROGRAMA AGRO 4.0

Numa ação conjunta entre a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), o Ministério da Economia (ME) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), em 2020 foi lançado o Programa Agro 4.0. Nesse Programa, foram investidos recursos (R\$ 4,8 milhões) em 14 projetos-piloto de adoção e de disseminação de tecnologias digitais no agronegócio, abrangendo segmentos como insumos, produção primária, agroindústria de alimentos e integração de serviços (SOUZA; BITARRA, 2022).

PLANO DE AÇÕES DO AGRO 4.0

Disponibilizado ao público em 2020 este plano visa levar ao campo conectividade, informação qualificada, tecnologia e inovação, elementos essenciais para manter o Brasil como protagonista no agro global. O plano define prioridades e campos tecnológicos levando em conta a integração de importantes áreas como a conectividade, a agricultura e pecuária de precisão, os avanços em inteligência artificial, *machine learning*, mineração de dados, realidade aumentada, *cloud computing*, *big data*, internet das coisas, computação holográfica e outras tecnologias (BRASIL, 2021).

COMISSÃO BRASILEIRA DE AGRICULTURA DE PRECISÃO E DIGITAL

Instituída em 2019 pelo Decreto Federal nº 10.052/2019, tem como objetivo difundir a importância da agricultura de precisão e digital para o desenvolvimento agropecuário e para a promoção da sustentabilidade socioambiental no Brasil (BRASIL, 2019). O apoio a programas de atualização profissional, treinamento e capacitação relacionados à agricultura de precisão e digital oferece diversas vantagens para o agricultor, como o aumento da produtividade ao utilizar tecnologias avançadas e a sustentabilidade, visto que a agricultura de precisão realiza aplicação mais eficiente de insumos e recursos naturais.



MARCO LEGAL DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Instituído para fomentar a pesquisa e a inovação no país, este marco legal estabelece diretrizes que facilitam a colaboração entre instituições de pesquisa, empresas e o governo, promovendo o desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas ao agronegócio (SOUZA; BITARRA, 2022). A Lei nº 13.243/2016 facilita a implementação de novas tecnologias e o desenvolvimento de soluções inovadoras e sustentáveis adaptadas às necessidades do agronegócio brasileiro, além de oferecer incentivos fiscais para as empresas que investem em pesquisa, desenvolvimento e inovação.

PLANO NACIONAL DE INTERNET DAS COISAS

Instituído por meio do Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019, com a finalidade de implementar e desenvolver a Internet das Coisas no país, com base na livre concorrência e na livre circulação de dados, observadas as diretrizes de segurança da informação e de proteção de dados pessoais (BRASIL, 2019). A Internet das Coisas (IoT) permite conectar máquinas e equipamentos, como sensores e drones, a uma rede de dados, tornando possível realizar uma coleta contínua e em tempo real de informações sobre o solo, clima e o uso de recursos, aumentando a eficiência operacional, otimizando o uso de recursos e tornando o agronegócio cada vez mais sustentável.

A integração de iniciativas como o Programa Agro 4.0, que já demonstra resultados promissores ao conectar tecnologia digital ao campo, e o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, que facilita parcerias estratégicas entre setores público e privado, é um exemplo de como o alinhamento entre regulamentação e inovação pode gerar impactos positivos no setor. Porém, para que tais iniciativas alcancem todo o seu potencial, é importante fortalecer o investimento em infraestrutura, especialmente em conectividade rural, um pré-requisito para a expansão da agricultura digital e de precisão. O Plano Nacional de Internet das Coisas e o Plano de Ações do Agro 4.0 são passos importantes nesse sentido e devem se atentar para incluir pequenos e médios produtores, frequentemente excluídos do acesso a tecnologias avançadas.



Para enfrentar os desafios tecnológicos e socioeconômicos no agronegócio brasileiro, é fundamental que as políticas públicas existentes sejam ampliadas e novas iniciativas sejam implementadas. A capacitação dos agricultores deve ser priorizada, com a oferta de programas de treinamento que abordem desde o uso básico de tecnologias digitais até técnicas avançadas de agricultura de precisão. Além disso, é necessário fornecer incentivos fiscais e financeiros que facilitem a adoção de tecnologias em propriedades de diferentes portes, garantindo que pequenos e médios produtores tenham acesso a recursos para modernização. A promoção da sustentabilidade socioambiental deve ser central nessas políticas, incentivando práticas agrícolas que minimizem o impacto ambiental e promovam a conservação dos recursos naturais.

A ampliação da infraestrutura de conectividade no campo é essencial para a implementação eficaz dessas políticas. Programas como o “Rural + Conectado”¹² visam promover a inclusão digital e tecnológica de agricultores em áreas rurais, mas é necessário expandir esses esforços para alcançar uma cobertura mais ampla e eficiente. Além disso, a criação de linhas de crédito específicas para a aquisição de tecnologias sustentáveis pode incentivar a adoção de práticas que alinhem produtividade e conservação ambiental.

A implementação de políticas públicas voltadas à capacitação, incentivo financeiro e inovação tecnológica é um passo importante para que o agronegócio brasileiro avance em eficiência e sustentabilidade. Ao integrar desenvolvimento econômico e conservação ambiental, essas políticas podem facilitar a inclusão de pequenos e médios produtores no processo de modernização agrícola e garantir que os avanços tecnológicos sejam distribuídos de forma mais ampla na cadeia produtiva. A conectividade no campo, a bioeconomia e as parcerias público-privadas são elementos que precisam ser fortalecidos para enfrentar os desafios existentes e atender às demandas futuras do setor.

12. Rural + Conectado. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/ruralconectado>



Nesse cenário, o papel de instituições como a Softex é relevante. Por meio de iniciativas que apoiam a adoção de tecnologias digitais no agronegócio, a Softex tem contribuído para superar obstáculos e explorar novas possibilidades. O próximo tópico apresenta casos desenvolvidos pela organização, ilustrando como ações específicas têm gerado impactos concretos no setor agrícola brasileiro.





Cases Softex

Nesta seção, serão apresentados cases de startups que participaram de iniciativas de inovação aberta promovidas pela Softex. Esses exemplos destacam como a atuação da organização tem contribuído para que as startups enfrentem desafios complexos e identifiquem oportunidades de crescimento por meio de parcerias estratégicas e desenvolvimento de soluções inovadoras. As experiências relatadas demonstram o impacto das ações da Softex na integração de tecnologias digitais ao agronegócio, reforçando o potencial de transformação e avanço do setor.

AgriConnected

A AgriConnected é uma *startup* de tecnologia que está revolucionando a forma com que o produtor se relaciona com sua fazenda. A *startup* participou do Programa Start-Up Brasil e possui a plataforma AgriConnected, onde o produtor acompanha de maneira remota as suas operações.



Para conhecer mais sobre a AgriConnected e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.

Agrointeli

A Agrointeli é uma plataforma de Inteligência comercial e gestão agrícola na palma da mão. A *startup* participou do Programa Start-Up Brasil e possui soluções que centralizam os dados de campo em um único lugar. A *startup* oferece uma plataforma que reúne imagens de satélite para medir a sanidade da lavoura, monitoramento de pragas e doenças, suporte agrônômico, planejamento de atividades, relatórios inteligentes e previsão climática.



Para conhecer mais sobre a Agrointeli e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.



Agrosmart

A Agrosmart participou do Programa Start-Up Brasil com soluções de hardware e software para monitorar solos e auxiliar na irrigação de fazendas. Atualmente, possui soluções para produtores, consultores, cooperativas, grupos agrícolas, agroindústrias e bens de consumo. As soluções foram desenvolvidas para monitorar as principais variáveis que afetam a lavoura a partir de ferramentas que permitem lidar com o clima e reduzir os riscos causados por ele. São duas soluções: BoosterAGRO e BoosterPRO.



Para conhecer mais sobre a Agrosmart e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.

BovControl

A BovControl ajuda a coletar dados desde terras até rebanhos e permite acessá-los sempre que necessário. A empresa participou do Programa Start-Up Brasil com a solução de coletar dados móveis (celular), armazenados na nuvem, e disponíveis em um painel na internet. Atualmente, oferece soluções que detalham aspectos importantes do rebanho como peso, saúde e produção. Também é possível calcular a pegada de carbono, a pontuação socioambiental e o monitoramento de dados sobre inventário avançado de carbono. Esses serviços são oferecidos por meio das plataformas BovPilot e BovImpact.



Para conhecer mais sobre a BovControl e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.

Digital Rural

A Digital Rural é especializada em serviços e soluções GIS sob medida. Ela foi participante do Programa Conecta *Startup* Brasil com a solução de determinação analítica da produção por meio de uma plataforma de gestão de pragas e doenças. Atualmente, oferece soluções que possibilitam a obtenção de respostas



consistentes e precisas sobre riscos climáticos, possibilitando uma tomada de decisão informada e estratégica por meio da CLIMATE GEOGRID.



Para conhecer mais sobre a Digital Rural e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.

E-Aware Technologies

A E-Aware Technologies desenvolve tecnologias de ponta que atendem toda a cadeia do agronegócio, do produtor rural à agroindústria, promovendo inovação, sustentabilidade e eficiência operacional nos mais diferentes segmentos do setor. Ela participou do Programa Start-Up Brasil e oferece soluções para gestão da cadeia produtiva (AgroCenter), instrumentação IoT para produção agrícola e de proteína animal (E-Wise) e sensoriamento climático e telemetria (b2k).



Para conhecer mais sobre a E-Aware Technologies e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.

Indext

A Indext tem enfoque no desenvolvimento de soluções tecnológicas inovadoras para a pecuária de precisão. Ela participou do Programa Conecta *Startup* Brasil e possui soluções voltadas para a gestão de propriedades rurais (Gestor do Agro), monitoramento de dados fisiológicos bovinos em tempo real (BEP) e nutrição animal (Arraçoador automático).



Para conhecer mais sobre a Indext e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.

Osiris Agtech

A Osiris Agtech é uma empresa de ponta em inovação e tecnologia para o cultivo de hortaliças, empenhada em aprimorar a produção e eficiência dos clientes. A empresa participou do Programa Conecta *Startup* Brasil com a solução de mensurar, registrar e controlar, de



forma automática, o pH, a condutividade elétrica e a temperatura da solução nutritiva de cultivos hidropônicos. Atualmente, oferece módulo de Cultivo Indoor de plantas, soluções para automatizar e modernizar os cultivos protegidos e um aplicativo de gestão de cultivo.



Para conhecer mais sobre a Osiris Agtech e as soluções oferecidas, basta escanear o QR code.





Conclusão

A inovação desempenha um papel importante na competitividade do agronegócio brasileiro, evidenciado pelas oportunidades e desafios enfrentados pelo setor agropecuário. Diante de um cenário de transformações contínuas, o agronegócio brasileiro, com sua relevância no mercado global, necessita incorporar novas tecnologias para assegurar sua evolução e alinhar-se às demandas de sustentabilidade e eficiência.

O ecossistema de Agtechs no Brasil reflete um ambiente inovador, com diversificação em áreas estratégicas como biotecnologia, soluções de VANT e geoprocessamento, além de investimentos significativos, especialmente em serviços financeiros e agricultura de baixo carbono. Esses avanços demonstram o potencial do país em alinhar inovação tecnológica e sustentabilidade, fatores essenciais para enfrentar os desafios do agronegócio moderno.

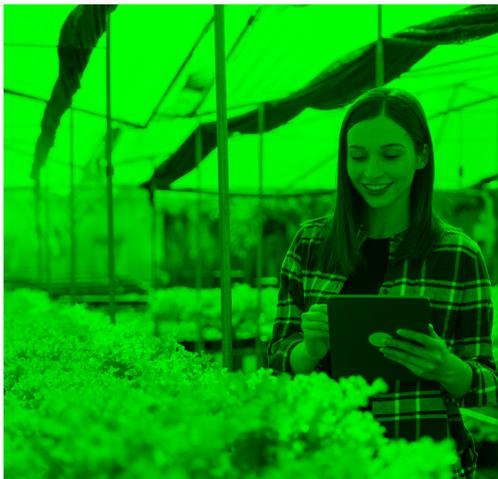
Os desafios discutidos na seção “Desafios e Barreiras para a Adoção” destacam a necessidade de avanços em conectividade, acesso a tecnologias e capacitação técnica. Questões como rastreabilidade de alimentos, monitoramento em tempo real e otimização de processos produtivos mostram que a modernização do agronegócio requer tanto infraestrutura tecnológica quanto suporte técnico adequado. A falta de acesso a sistemas automatizados e a dificuldade de integrar dados devido ao alto custo e à ausência de treinamento são barreiras críticas que precisam ser superadas para uma transformação efetiva no setor.

A análise das oportunidades e tendências futuras evidencia o papel fundamental da expansão da conectividade 5G, do avanço na bioeconomia e do fortalecimento das parcerias público-privadas. Casos de sucesso, como os apresentados nos programas promovidos pela Softex, ilustram como iniciativas de inovação aberta podem gerar soluções práticas para a modernização e automação do agronegócio, contribuindo para a sustentabilidade e para a competitividade global do setor. Essas iniciativas são exemplos de como barreiras podem ser convertidas em oportunidades quando há colaboração estratégica entre setores.



Para alcançar os objetivos de modernização e sustentabilidade, a formulação de políticas públicas específicas é essencial. Políticas que promovam incentivos fiscais e financeiros para pequenos e médios produtores, ampliem a conectividade no campo e fomentem a capacitação técnica são indispensáveis para integrar as inovações tecnológicas ao setor. Além disso, programas que priorizem a sustentabilidade ambiental, como o Plano ABC+ e iniciativas voltadas para a bioeconomia, são fundamentais para alinhar o crescimento do agronegócio às exigências ambientais e sociais.

Em resumo, a evolução tecnológica e o fortalecimento de políticas públicas direcionadas são indispensáveis para que o agronegócio brasileiro continue avançando de forma sustentável e competitiva.





Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Parceria público-privada vai investir em pesquisas para apoiar mercado de carbono para agricultura. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/parceria-publico-privada-vai-investir-em-pesquisas-para-apoiar-mercado-de-carbono-para-agricultura>. Acesso em: 17 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Internet das Coisas. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/internet-das-coisas>. Acesso em: 14 jan. 2025.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 10.052, de 9 de outubro de 2019. Institui a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d10052.htm. Acesso em: 14 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Plano de Ações do Agro 4.0 está disponível ao público. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-de-acoes-do-agro-4-0-esta-disponivel-ao-publico#:~:text=As%20estrat%C3%A9gias%20digitais%20e%20a%C3%A7%C3%B5es,Pecu%C3%A1ria%20e%20Abastecimento%20\(Mapa\)](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-de-acoes-do-agro-4-0-esta-disponivel-ao-publico#:~:text=As%20estrat%C3%A9gias%20digitais%20e%20a%C3%A7%C3%B5es,Pecu%C3%A1ria%20e%20Abastecimento%20(Mapa)). Acesso em: 14 jan. 2025.

BRASIL. Presidência da República. Decreto nº 12.044, de 05 de junho de 2024. Institui a Estratégia Nacional de Bioeconomia. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12044.htm. Acesso em: 09 jan. 2025.

BRASIL. Secretaria de Comunicação Social. Exportações do agronegócio brasileiro atingem US\$ 15,20 bi em junho e US\$ 82,39 bi no semestre. Disponível em: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/07/exportacoes-do-agronegocio-brasileiro-atingem-us-15-20-bi-em-junho-e-us-82-39-bi-no-semester#:~:text=BALAN%C3%A7A%20COMERCIAL,Exporta%C3%A7%C3%B5es%20do%20agroneg%C3%B3cio%20>



[brasileiro%20atingem%20US%24%2015%2C20%20bi%20em,82%2C39%20bi%20no%20semestre&text=As%20vendas%20externas%20brasileiras%20de,que%20atingiu%2015%2C02%20bilh%C3%B5es](#). Acesso em: 09 jan. 2025.

CEPEA. PIB do agronegócio brasileiro. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>. Acesso em: 17 jan. 2025.

CONNECTARAGRO. Indicador de conectividade rural. Disponível em: <https://www.conectaragro.com.br/indicadordeconectividaderural/>. Acesso em: 09 jan. 2025.

EMBRAPA; SP Ventures; Homo Ludens. Radar Agtech Brasil. Disponível em: <https://radaragtech.com.br/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

EMBRAPA. SmartLab: Laboratório de Inovação para Agroenergia. Disponível em: <https://inovagroenergia.cnptec.embrapa.br/smart-lab/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

GASQUES, J. G. et al. Produtividade Total dos Fatores na Agricultura – Brasil e Países Selecionados. Ministério da Economia. Brasília: IPEA Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/11199/1/td_2764.pdf.

GS1BRASIL. Índice Agrotech. Disponível em: <https://www.gs1br.org/indices-e-pesquisas/indices/indice-gs1-agro>. Acesso em: 17 jan. 2025.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html>. Acesso em: 17 jan. 2025.

LIGAVENTURES. Startup Landscape: Agtechs. 2023. Disponível em: <https://liga.ventures/insights/relatorios/startup-landscape-agtechs/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. Agro 4.0 - rumo à agricultura digital. Embrapa Agricultura Digital, 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1073150/agro-40---rumo-a-agricultura-digital>. Acesso em: 17 jan. 2025.



MASSHURÁ et. al. Agricultura Digital: Pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília: Embrapa, 2020.

MILANEZ, Artur Yabe et al. Conectividade rural: situação atual e alternativas para superação da principal barreira à agricultura 4.0 no Brasil = Rural Connectivity: current situation and alternatives to overcome the main barrier related to agriculture 4.0 in Brazil. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, v. 26, n. 52, p. 7-43, set. 2020. Acesso em: 14 jan. 2025.

OCDE. Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture. OCDE Publishing, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264166820-en>. Acesso em: 17 jan. 2025.

OMC. World Trade Statistical Review 2023. World Trade Organization Publishing, 2023. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/publications_e/wtsr_2023_e.htm. Acesso em: 27 jan. 2025.

PROCÓPIO, Diego Pierotti; BINOTTO, Erlaine; PEREIRA, Matheus Wemerson Gomes. Fatores associados à adoção de tecnologia no setor agropecuário. REAd. Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre), v. 30, n. 1, p. 844-874, 2024.

SOFTEX. Caderno 1: Desafios da Indústria Brasileira 2017 - 2023 Perspectivas Futuras. 2024. Disponível em: <https://softex.br/observatorio/desafios-da-industria-brasileira/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

SOUZA, Marcos Paulo Rodrigues de; BIDARRA, Zelimar Soares. Política pública de apoio à agricultura digital. Revista de Política Agrícola, v. 31, n. 2, p. 5-17, 2022. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1705/pdf>. Acesso em: 17 jan. 2025.

TOMASZEWSKI, Lechosław; KOŁAKOWSKI, Robert; ZAGÓRDA, Mirosław. Application of Mobile Networks (5G and Beyond) in Precision Agriculture. Artificial Intelligence Applications and Innovations. Cham: Springer, 2022. p. 71-86. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-08341-9_7. Acesso em: 17 jan. 2025.



VATS, Anshu; DE CLERCQ, Matthieu; BIEL, Álvaro. Agriculture 4.0 - The Future Of Farming Technology. World Government Summit, 2018. Disponível em: <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/feb/agriculture-4-0--the-future-of-farming-technology.html>. Acesso em: 17 jan. 2025.

WORLD BANK. ICT in Agriculture: Connecting Smallholders to Knowledge, Networks, and Institutions. Updated Edition. Washington, DC: World Bank. doi:10.1596/978-1-4648-1002-2. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO, 2017.

WYLD NETWORKS. Conectando o futuro da agricultura brasileira: a parceria entre Wyld Networks e Embrapa AgNest. Disponível em: <https://wyldnetworks.com/blog/conectando-o-futuro-da-agricultura-brasileira-a-parceria-entre-wyld-networks-e-embrapa-agnost>. Acesso em: 17 jan. 2025.

