



Quando a “revolução digital” atravessa a porteira:



transformações da
agricultura e o sistema
agroalimentar em tempos
de plataformação



Karina Kato

Claudia Job Schmitt

Matheus Sehn Korting

Otto Santos de Sousa



**Quando a “revolução digital”
atravessa a porteira:** transformações da agricultura
e o sistema agroalimentar em tempos de plataformação

Autoria:

Karina Kato, Matheus Korting, Claudia Job Schmitt e Otto Santos de Sousa

Realização:

Fundação Heinrich Böll, Observatório de Políticas Públicas para a Agricultura (OPPA),
Grupo de Estudos sobre Mudanças Sociais, Agronegócio e Políticas Públicas (GEMAP/UFRRJ)
e Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ)



Projeto Gráfico e diagramação: Beto Paixão | betopaixao.jf@gmail.com

Quando a "revolução digital" atravessa a porteira: transformações da
agricultura e o sistema agroalimentar em tempos de plataformação /
Karina Kato...[et al.]. — Rio de Janeiro: Fundação Heinrich Böll, 2025.

Outros autores: Claudia Job Schmitt, Matheus Sehn Korting, Otto
Santos de Sousa.

Bibliografia.

ISBN 978-65-87665-27-6

1. Agricultura - Inovações tecnológicas 2. Alimentação
3. Biotecnologia 4. Engenharia agrícola 5. Inovações tecnológicas -
Aspectos econômicos 6. Tecnologia I. Kato, Karina. II. Schmitt, Claudia
Job. III. Korting, Matheus Sehn. IV. Sousa, Otto Santos de.

25-318224.0

CDD-637.181

Rio de Janeiro, Dezembro de 2025

Sumário

1 Introdução

2 Digitalizando a agricultura e o sistema agroalimentar: modos de organização, modelos de negócio e a construção de um novo imaginário sociotécnico

3 A digitalização da agricultura e a conformação do “espaço Agrotech” no Brasil

4 Plataformizando o Agro: as plataformas de agricultura digital e sua atuação no contexto brasileiro

4.1 Sobre as plataformas de *agricultura digital*: alguns apontamentos

4.2 Climate FieldView – Bayer

4.3 John Deere Operations Center

4.4 Atfarm – Yara

4.5 As plataformas digitais e seus públicos: algumas reflexões preliminares sobre o lugar da agricultura familiar na nova “revolução digital” a partir do caso brasileiro

5 Considerações finais: alguns apontamentos gerais sobre as plataformas de agricultura digital e sua atuação no Brasil

6 Referências bibliográficas

1. Introdução

Pensemos rapidamente nas seguintes situações:

Cena 1 - Em 2022 a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)¹ publicou um documento que mapeava as megatendências para o futuro da agricultura brasileira em 2030 e que identificava a “revolução digital” como a principal força transformadora do meio rural no século XXI (EMBRAPA, 2022). Em outra publicação, pesquisadores vinculados à Embrapa (PAULINELLI e RODRIGUES, 2019) atestavam que o fortalecimento da posição de protagonismo do Brasil no sistema agroalimentar dependeria da nossa capacidade de operar um “novo e gigantesco salto” visando:

aproximar os processos disruptivos da realidade do campo; escancarar as portas do mundo digital para todos os atores da cadeia produtiva; articular as diversas áreas do conhecimento no conserto de objetivos comuns; desenvolver um modelo colaborativo de pesquisa e uso de dados científicos; aprender a usar a *Big Data* em benefício do setor; compreender a sociedade organizada em redes. (PAULINELLI e RODRIGUES, 2019, p. 19)

Cena 2 - Em 2017, em uma das principais feiras internacionais de tecnologia agrícola organizadas no Brasil, a Agrishow², os visitantes podiam visitar a *Fazenda Inteligente*, coordenada por diferentes startups (InCeres, Aegro, Agrosmart, Horus, Aeronaves e Speclab). Esse espaço de demonstração tinha como objetivo oferecer soluções digitais para os mais diferentes nichos e processos vinculados às cadeias agroindustriais³. O projeto, centrado na agricul-

tura de precisão, disponibilizava sistemas informatizados que monitoravam, administravam e integravam diferentes atividades produtivas. Através da utilização destas novas tecnologias seria possível: programar e acompanhar sistemas de irrigação; rastrear as operações agrícolas (e seus resultados) através da utilização de todo um conjunto de máquinas e equipamentos; demarcar, no espaço do estabelecimento agrícola, diferentes talhões⁴, produzindo recomendações técnicas adaptadas às características de cada seção; otimizar a gestão financeira do empreendimento agrícola - entre outras possibilidades. As edições mais recentes da Agrishow seguiram dando destaque para inovações associadas ao processo de digitalização da agricultura. Em 2024, foi organizado no parque de exposições em Ribeirão Preto-SP, um espaço denominado *Agrishow Labs*, inteiramente dedicado à inovação e tecnologia no campo, que contou com a participação de cerca de 40 startups do agronegócio⁵. Foi estruturado, além disso, um ambiente especificamente dedicado às mulheres, o *Agrishow pra elas*, voltado à realização de “palestras e entrevistas com grandes mulheres do agronegócio nacional”. A participação das mulheres como cientistas, empreendedoras e usuárias das novas tecnologias foi bastante valorizada na programação exclusiva, direcionada a este segmento.

Neste mesmo evento, no estande da *Climate FieldView* - plataforma de *agricultura digital*⁶ da Bayer - o público participante ficou conhecendo o *Agri-Copilot*, uma solução tecnológica, ainda em desenvolvimento, produzida a partir de uma parceria estabelecida entre a Bayer e a Microsoft, passível de ser comparada a um “ChatGPT do Agro”. Utilizando uma “abordagem intuitiva e uma interface amigá-

1 A EMBRAPA é uma empresa pública, de direito privado, vinculada ao Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Foi criada em 1973 e hoje figura como a principal empresa de pesquisa agropecuária existente no país, contando atualmente com 46 unidades descentralizadas, distribuídas em 24 unidades da federação. Ver: www.embrapa.br.

2 A Agrishow é uma das principais feiras de tecnologia agrícola do Brasil, com destaque, também, em nível internacional. Em sua 30ª edição, em 2024, a feira reuniu mais de 800 marcas expositoras e 195 mil visitantes, em um espaço físico de 520.000 m² de área. O alcance do evento foi potencializado, ainda, pela estruturação de uma plataforma on-line, a Agrishow Experience. Ver: <https://www.agrishow.com.br/en/home.html>. Acesso em 24/07/2025.

3 Ver: <https://www.fiepr.org.br/observatorios/biotec-agricola-florestal/FreeComponent21849content340572.sht.ml>. Acesso em 25/07/2025.

4 Um talhão pode ser compreendido como uma unidade mínima de cultivo, definida com base nas suas características (relevo, qualidade do solo, entre outras), e que serve para orientar o planejamento da lavoura.

5 Ver: <https://digital.agrishow.com.br/artigos/agrishow-2024-inovacoes-e-melhorias-marcam-29a-edicao/>. Acesso em: 25/07/2025. Ver também: [https://www.agrishow.com.br/content/dam/markets/braz/agrishow/2024/pt/pdfs/Post%20show%20agrishow%202024_190724-FINAL%20\(1\)%20\(1\).pdf](https://www.agrishow.com.br/content/dam/markets/braz/agrishow/2024/pt/pdfs/Post%20show%20agrishow%202024_190724-FINAL%20(1)%20(1).pdf). Acesso em: 25/07/2025.

6 Neste texto, expressões como Agricultura Digital, Agricultura de Precisão, Agricultura 4.0 e correlatas aparecem em itálico, visando chamar atenção para o fato de que estas noções são dotadas de grande plasticidade, incorporando significados que podem ser muito diferenciados, a depender dos atores envolvidos e dos contextos em que são acionadas.

vel”, a ferramenta deverá oferecer aos usuários “respostas precisas e detalhadas sobre questões agronômicas referentes aos seus próprios dados de maneira rápida e eficiente”⁷. Como é possível perceber, a *Agrishow* tem se constituído como um espaço onde o imaginário sociotécnico (JASANOFF e KIM, 2009; JASANOFF e KIM, 2015) vinculado às tecnologias digitais é performado e disseminado.

Cena 3 - Da cobertura de um prédio em São Paulo, pela manhã, um empresário consulta o seu celular enquanto termina o seu café: ele pega um tablet, checa as condições meteorológicas atuais e futuras na região onde se localiza sua fazenda, analisa mapas com as informações das colheitas passadas e verifica as cotações de *commodities* na bolsa de Chicago. Utilizando uma plataforma de *agricultura digital*, examina um amplo conjunto de mapas e gráficos com informações referentes à previsão do tempo, fertilidade e umidade do solo, entre outras, gerando uma série de recomendações técnicas adaptadas às condições existentes em seu estabelecimento agrícola, talhão a talhão. As operações de semeadura que serão desenvolvidas nas próximas semanas estão programadas e autorizadas. Ele aproveita, ainda, para conferir em um aplicativo de um banco internacional para ver se o empréstimo que havia solicitado para a construção de um novo silo está liberado. Trata-se, aqui, de uma cena fictícia, mas que ilustra bem o modo como a *agricultura digital* é apresentada pelas agências de marketing.

As três cenas acima descritas, nos permitem explorar algumas das dimensões envolvidas no atual processo de transformação da agricultura e do sistema agroalimentar, em tempos de digitalização. As mudanças em curso têm implicações importantes no que diz respeito aos modos de organização, modelos de negócio e dinâmicas de produção e apropriação de conhecimentos relacionados à agricultura e à alimentação afetando, também, uma extensa rede de relações, ecológicas e sociais, em que se assenta o atual sistema agroalimentar.

Como veremos mais adiante, esse movimento de apropriação de elementos constitutivos dos processos de produção agrícola e sua transformação em setores específicos da atividade industrial encontra-se associado a um percurso histórico (e não linear) de longa duração, marcado

por descontinuidades no tempo e no espaço⁸. Essa trajetória remonta ao final do século XIX e ganha um novo capítulo (com densidade, velocidade e complexidade impressionantes) no período mais recente, através da convergência entre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e um conjunto muito mais amplo de inovações tecnológicas, em que se destacam as biotecnologias⁹. Uma das expressões desse processo é a digitalização acelerada da agricultura, possibilitando a coleta, em tempo real, de diferentes tipos de informações e o processamento de grandes volumes de dados (*Big Data*)¹⁰. Isso se dá em um contexto em que informações direta ou indiretamente relacionadas à produção agropecuária, passam a se inserir em uma cadeia global de valor, controlada por grandes corporações.

Esta rota de transformação tem sido apontada como um caminho necessário, capaz de gerar soluções para os mais diversos problemas:

- alimentar uma população mundial, estimada em cerca de 10 bilhões de pessoas em 2050, de forma sustentável (WILLET et al., 2019);
- superar a fome, que no ano de 2023 atingia entre 713 e 757 milhões de seres humanos, em um cenário em que 28,9% da população mundial (2,33 bilhões de pessoas) enfrentava níveis moderados ou severos de insegurança alimentar (FAO et al., 2024);
- possibilitar o acesso a alimentos de qualidade, considerando que, segundo estimativas da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura¹¹, em 2022, 2,83 bilhões de pessoas não dispunham de meios para acessar uma dieta saudável e adequada (FAO et al., 2024, p. 23);
- reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) direta ou indiretamente derivadas do sistema agroa-

8 Ver: Goodman, Sorj e Wilkinson (1990).

9 O estudo liderado por Wilde (2016) e publicado pelo *The Netherlands Study Centre for Technology Trends*, chegou a elencar 20 diferentes focos de inovação de relevância para o futuro da agricultura, a saber: Impressão 3D e 4D; biocombustíveis; materiais inteligentes; robótica; micro robôs autônomos; tecnologias de sensores; tecnologias de informação; bioinformática; agricultura inteligente; energias renováveis; biorrefinarias; tecnologias de base genética; biologia sintética; transição proteica; desenho dos alimentos em laboratório; aquacultura; agricultura vertical; tecnologias de conservação; tecnologias de transporte; tecnologias de modificação do clima (WILDE, 2016, p. 9).

10 O termo *Big Data* é hoje amplamente utilizado em diferentes áreas do conhecimento. No início dos anos 2000, Laney (2001) identificou o Volume, a Variedade e a Velocidade (os três Vs), como dimensões relevantes na qualificação de um conjunto de dados como *Big Data*. Posteriormente, outros elementos foram agregados a esta definição. O uso de *Big Data* demanda tecnologias avançadas de captura, armazenamento, distribuição, gestão e análise de dados e pode assumir diferentes contornos, dependendo das capacidades tecnológicas existentes em um determinado momento histórico.

11 Em inglês, *Food and Agriculture Organization (FAO)*.

7 Ver: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/climate-fieldview-apresenta-evolucao-solucoes-digitais-prol-agricultura-agrishow-2024>. Acesso em: 20/10/2024.

limentar, responsável por cerca de 1/3 das emissões antropogênicas de GEEs (MARQUES, 2023, p. 113);

- intensificar a produção agropecuária, produzindo uma quantidade maior de alimentos e matérias primas por unidade de área, reduzindo a pressão sobre as florestas e outras formações vegetais nativas;
- garantir transparência e rastreabilidade às cadeias agroalimentares;
- reduzir a penosidade do trabalho na agricultura, automatizando um amplo conjunto de processos através da utilização de máquinas, sistemas e outros dispositivos tecnológicos;
- contribuir para que as novas gerações se sintam motivadas a dar continuidade aos empreendimentos agrícolas, preservando o legado familiar e garantindo a sucessão rural;
- mitigar os efeitos das mudanças climáticas sobre a produção agrícola e o abastecimento agroalimentar, possibilitando uma melhor gestão dos riscos associados à variabilidade climática e otimizando o uso de recursos (terra, água, fertilizantes, entre outros), cada vez mais escassos;
- oferecer soluções tecnológicas capazes de ampliar a capacidade adaptativa e a resiliência dos sistemas de produção agrícola, em um contexto de crise climática.

Em meio a tantas promessas, que parecem nos remeter a uma visão prometeica das tecnologias como “solução para todos os males” (MARTINS, 1997), avaliamos ser importante examinar, de forma criteriosa, os condicionantes históricos dessa nova onda de inovações que tem, nas tecnologias digitais, um de seus mais importantes vetores. Trata-se, aqui, de desvelar os arranjos sociais, econômicos e materiais subjacentes a essas novas formas de organização do sistema agroalimentar, buscando compreender suas lógicas de funcionamento e seus elementos de continuidade e descon-tinuidade com o paradigma técnico-econômico que passou a dominar a produção e consumo de alimentos, em âmbito global, sobretudo a partir da década de 1960.

Sem partir de uma perspectiva entusiasmada, determinista ou ingênua das tecnologias e evitando, também,

ceder a uma posição catastrófica, que teme de antemão qualquer tipo de inovação, pretendemos com este texto contribuir para uma melhor compreensão dos processos de digitalização da agricultura e do sistema agroalimentar no Brasil, seus impasses e desafios. Nossa mirada sobre esse processo parte de um recorte específico, a saber, as plataformas de *agricultura digital*¹² voltadas à gestão e monitoramento dos sistemas de produção agrícola em operação no Brasil. Estas plataformas correspondem a uma linhagem específica de ferramentas de *agricultura digital* que se utiliza de tecnologias digitais e geoespaciais visando otimizar o gerenciamento da produção agrícola, do plantio à colheita. Vale lembrar que estes dispositivos têm se constituído como uma das principais estratégias do setor corporativo para promover a digitalização da agricultura no país.

Neste trabalho, procuramos compreender os significados e efeitos destas plataformas no que diz respeito aos modos de organização, modelos de negócio e campos de relações que conformam a atividade agrícola e como elas contribuem (ou não) para legitimar uma determinada visão acerca do “futuro da agricultura”. Com esse objetivo, selecionamos como casos de estudo três plataformas vinculadas a grandes corporações do setor agropecuário: *Climate FieldView* – Bayer; *Ecosistema Conectado John Deere Operations Center* – John Deere e *Atfarm* – Yara. Estas soluções tecnológicas têm como ponto em comum o fato de operarem em âmbito global, estando vinculadas a grandes corporações com longa trajetória no setor agropecuário.

O grupo Bayer, ao qual está vinculada a plataforma *Climate FieldView*, tem sede na Alemanha, na cidade de Leverkusen. É composto por 291 empresas consolidadas e que empregavam, em dezembro de 2024, 94.081 pessoas, em 80 países¹³. A Bayer surgiu na segunda metade do século XIX, atuando originalmente na produção de corantes para a indústria têxtil e, posteriormente, na fabricação de fármacos, sendo o mais conhecido deles a Aspirina. Durante a I Guerra Mundial, a empresa envolveu-se na produção de explosivos e armas químicas, atravessando diversos desafios ao longo desse período (FRANZISCUS, COURY e GE-

¹² Como já destacamos anteriormente, termos *Agricultura Digital*, *Agricultura 4.0*, *Agricultura de Precisão* têm sido objeto de diferentes definições. Em termos gerais, buscam designar a aplicação de tecnologias digitais e geoespaciais na gestão de atividades internas e externas às unidades de produção agropecuária, podendo abarcar um conjunto diversificado de operações, da produção ao consumo. Este trabalho parte do entendimento de que estas categorias são “construtoras de mundos”, estando envolvidas na produção e estabilização das realidades que buscam descrever. Por esse motivo, optamos, neste texto, por grafar esses termos em itálico.

¹³ Ver: <https://www.bayer.com/en/strategy/profile-and-organization>. Acesso em: 25/07/2025.

RINI, 2022, p. 122-123). Nos anos 1930, passou a fazer parte da IG Farben, um conglomerado de empresas químicas e farmacêuticas alemãs. Com o fim da II Guerra Mundial, a Bayer vivenciou um processo de reconstrução, recompondo seus ativos no exterior e passando a operar, também, no setor de agroquímicos. Atualmente, a empresa tem como principais áreas de atuação a saúde e a agricultura, sendo composta por três divisões: *Pharmaceuticals* (produtos farmacêuticos que demandam prescrição médica, além de equipamentos e contrastes utilizados na área de radiologia), *Consumer Health* (produtos voltados à saúde do consumidor e não dependentes de prescrição médica) e *Crop Science* (sementes, proteção de cultivos e controle de pragas não agrícolas)¹⁴.

No ano de 2018, depois de um longo período de negociação, foi concluído o processo de aquisição, pela Bayer, da empresa Monsanto, uma grande corporação, vinculada ao setor de agroquímicos, com sede nos Estados Unidos. O valor total da compra foi de US\$ 63 bilhões de dólares. Segundo Franziscus, Coury e Gerini (2022, p. 132), a fusão das duas empresas foi motivada, entre outros fatores, pelas competências acumuladas pela Monsanto na produção de sementes e variedades e no desenvolvimento de tecnologias e serviços em *agricultura digital*¹⁵. A Bayer possuía, por sua vez, um extenso portfólio na proteção de cultivos e um amplo conhecimento acumulado em química e biologia aplicadas à produção agropecuária. Como observam os autores, “apesar da vontade da Bayer de criar um amplo serviço de atendimento ao cliente, voltado a um cliente moderno e sustentável”, “possibilitando a agregação de valor ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento das culturas agrícolas”, a Bayer não tinha as capacidades necessárias, à época, no campo da ciência de dados (FRANZISCUS, COURY e GERINI, 2022, p. 132). A aquisição da Monsanto permitiu, portanto, que o grupo Bayer passasse a incorporar essas competências. A empresa figura entre as quatro maiores empresas agrícolas do mundo, que hoje dominam 50% do mercado de sementes e 62% do mercado de agrotóxicos (ETC, 2022). No Brasil, a Bayer Crop Science atua através de

26 unidades (incluindo pesquisa, manufatura, química e unidades administrativas) implantadas em diferentes regiões do Brasil¹⁶.

A plataforma digital *John Deere Operations Center* é disponibilizada gratuitamente aos clientes pela John Deere (Deere & Co), uma das gigantes do setor de máquinas e implementos agrícolas. A empresa foi criada nos Estados Unidos em 1868, no estado de Illinois, como reflexo da trajetória de sucesso de seu fundador, o ferreiro John Deere, no desenho e fabricação de máquinas e equipamentos de uso agrícola¹⁷. A Deere & Co foi uma das pioneiras na instalação de sistemas de GPS (*Global Positioning Systems*) em tratores, no início dos anos 1990, passando a investir esforços na geração de soluções tecnológicas baseadas em um novo conceito de agricultura, a *agricultura de precisão*¹⁸. Em 1993 a empresa americana constituiu um grupo especificamente dedicado à pesquisa e desenvolvimento de produtos e serviços em *agricultura de precisão*, o que possibilitou a criação do primeiro sistema integrado orientado por esse conceito, o *Green Star Precision System*. Este sistema foi concebido de forma a possibilitar atualizações tecnológicas em nível dos seus diferentes subsistemas, assegurando a compatibilidade entre diversos tipos de equipamentos. Em 1999, a John Deere & Co adquiriu uma empresa denominada NavCom Technology, o que contribuiu para que a empresa pudesse se estabelecer como uma liderança na utilização de sistemas de GPS voltados à agricultura e conectividade de máquina acelerada¹⁹. Desde então, a John Deere tem se afirmado como uma grande promotora da *agricultura digital*, tanto internacionalmente, como no Brasil²⁰. Em 2017, a empresa adquiriu uma startup especializada no campo da robótica, Blue River Technology, com forte experiência em aprendizado de máquina (em inglês, *machine learning*) e suas aplicações em sistemas de pulverização agrícola. Em 2022 esta mesma empresa anunciou, com grande repercussão midiática, a entrada no mercado do primeiro trator totalmente automatizado, ca-

14 Ver: <https://www.bayer.com/en/strategy/profile-and-organization>. Acesso em: 25/07/2025.

15 Importante destacar que a Monsanto possuía, de acordo esses mesmos autores, um passado controverso, marcado pelo envolvimento com produtos tóxicos e poluentes, sendo alvo de críticas em diferentes partes do mundo (FRANZISCUS, COURY e GERINI, 2022, p. 124-125). Segundo Goodman (2023), os avanços da Monsanto no campo da *agricultura digital* estavam ligados, sobretudo, à aquisição pela multinacional norte-americana de duas empresas: a Precision Planting, especializada em tecnologias de plantio, que foi comprada em 2012, e a Climate Corporation, adquirida em 2013. A Climate Corporation, startup sediada no Vale do Silício, “possuía uma extensa base de dados provenientes de satélites de monitoramento do clima, estações meteorológicas e sensores, bem como um aplicativo móvel, o *Climate Basic*, capaz de processar informações relacionadas à fertilidade e umidade do solo, entre outros indicadores de produtividade” (GOODMAN, 2023, p. 17).

16 Ver: Bayer Brasil. <https://www.bayer.com.br/pt/unidades-brasil>. Acesso em: 25/07/2025.

17 Ver: <https://about.deere.com/en-us/explore-john-deere/history-heritage/john-deere>. Acesso em: 24/07/2025.

18 A *agricultura de precisão* pode ser definida como um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variação temporal e espacial existente em uma determinada unidade produtiva. O desenvolvimento da agricultura de precisão é resultado de um longo percurso, envolvendo, inclusive, a construção de ferramentas estatísticas capazes de lidar com a variabilidade espacial associada às características dos solos e ao desenvolvimento das plantas (FRANZEN e MULLA, 2016). As principais inovações digitais associadas à *agricultura de precisão* são: os sistemas de GPS para monitoramento da produtividade e mapeamento dos solos, os sistemas de automatizados de pilotagem de máquinas agrícolas, diferentes tipos de sensores e dispositivos de vigilância (como os drones), (GOODMAN, 2023, p. 12-13). Quando combinadas, essas tecnologias possibilitam a aplicação de insumos, a taxas variáveis, com base em prescrições adaptadas às condições locais.

19 Ver: GIM International. <https://www.gim-international.com/content/article/precise-positioning-solutions-from-a-john-deere-company>. Acesso em: 25/07/2025.

20 As ações da empresa no país remontam à década de 1970.

paz de dispensar a presença de um operador na cabine²¹. Conforme divulgado pela imprensa “trata-se de um pacote de *hardware* e *software* que combina aprendizado de máquina com recursos de direção automática movidos a GPS para trabalhar no campo, permitindo que o fazendeiro saia da cabine – e até mesmo do campo”²².

Como destaca Goodman (2023, p. 14), “o trator inteligente é visto como o guardião da digitalização da agricultura, emprestando às fabricantes de equipamentos agrícolas uma significativa margem competitiva em relação às empresas de agroquímicos e ciências da vida”, nas disputas em torno da reestruturação das empresas de insumos. Mas é importante destacar que o controle sobre as tecnologias de fabricação de máquinas e equipamentos não teria sido suficiente para posicionar a Deere & Co como uma liderança no campo da *agricultura digital*. Em uma breve descrição acerca das disputas e jogos de alianças protagonizados pelas grandes empresas do Agro, nos anos 2000, Pham e Stack (2017, p. 131-132) chamam atenção para o lugar central ocupado pela capacidade de análise de dados (em inglês *data analytics*) na competição entre firmas no setor de insumos agrícolas.

Acordos assinados pela empresa Monsanto com empresas rivais, motivaram a John Deere a avançar em protocolos de compartilhamento de dados com empresas como a DuPont Pioneer, a Bayer e a Basf, em um momento em que a John Deere parecia estar perdendo a batalha em torno da conectividade agrícola. Posteriormente, em 2015, John Deere e Monsanto selariam um acordo entre si envolvendo a compra da Climate Corporation pela John Deere. Interessante, aqui, destacar, a importância atribuída à capacidade de coleta e análise de dados na competição entre as diferentes empresas produtoras de insumos e máquinas agrícolas. Como se pode observar, o desenvolvimento e implantação das tecnologias digitais envolve muito mais do que a criação deste ou daquele dispositivo tecnológico, desencadeando uma forte disputa pelo controle de tecnologias, mercados e grandes bases de dados.

Passamos, por fim, à Yara, empresa com sede na Noruega e responsável pela terceira plataforma analisada, a *Atfarm*. Em nível global, a Yara é uma empresa líder no

setor de fertilizantes, que tem se expandido globalmente através de toda uma série de fusões e aquisições, na Índia, na América do Sul e em outras regiões do mundo (BIRNER, DAUM e PRAY, 2021). Fundada em 1905, “visando resolver a fome emergente na Europa” (YARA, 2023, p. 8), a empresa conta, atualmente, com 18 mil empregados e com operações em 60 países. Em seu relatório integral referente ao ano de 2023, a empresa aponta, como um de seus principais objetivos, a “construção de resiliência” e de um “futuro alimentar positivo para a natureza” (YARA, 2023). A Yara apresenta em seu portfólio uma série de iniciativas voltadas à sustentabilidade, reforçando seus compromissos atuais e futuros com uma produção de amônia de baixo carbono, sinalizando avanços no que diz respeito à utilização de fertilizantes orgânicos e bioestimulantes, entre outras iniciativas (YARA, 2023). A Yara mantém, atualmente, cinco fábricas e 14 unidades misturadoras implantadas no Brasil²³, tendo adquirido nos últimos anos diferentes empresas de fertilizantes como a Aduvos Trevo (nos anos 2000), a Fertibrás (em 2006), a Bunge Fertilizantes (em 2013) e a Galvani (em 2014)²⁴.

Os elementos apresentados acima nos oferecem um rápido panorama no que diz respeito ao campo de relações em que as *plataformas de agricultura digital* estão inseridas, em um ambiente em que corporações tradicionais com atuação no setor de insumos agrícolas, passam a interagir com novos atores, entre eles, as corporações internacionais ligadas à indústria de *software* e *Big Data*, empresas especializadas na produção de *hardware* e um amplo conjunto de startups, financiadas pelo capital de risco ou por grandes corporações. (BIRNER, DAUM e PRAY, 2021).

O esforço de reflexão materializado nesta pesquisa encontra-se ancorado em um exercício sistemático de revisão de literatura, incluindo livros e artigos científicos e publicações não acadêmicas produzidas por empresas, consultorias especializadas, agências multilaterais e organizações não governamentais. Foram consultados, também, dados e informações disponibilizados, no Brasil, pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). As análises relativas às plataformas digitais tiveram por base um amplo conjunto de materiais acessados via internet, que foram sistematizados em relatórios espe-

21 Ver: <https://globo rural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2022/01/trator-que-anda-sozinho-da-john-deere-vai-ser-vendido-nos-eua-neste-ano.html>. Acesso em: 24/07/2025.

22 Ver: <https://olhardigital.com.br/2022/01/05/carros-e-tecnologia/john-deere-revela-seu-trator-totalmente-autonomo-na-cs-2022/>. Acesso em: 20/10/2024.

23 Ver Yara Brasil: <https://www.yarabrasil.com.br/sobre-yara/sobre-a-yara-brasil/#:~:text=No%20Bra%20sil%2C%20%20possui%20sede%20em,principais%20polos%20de%20produ%C3%A7%C3%A3o%20agr%C3%ADcola>. Acesso em: 25/07/2025.

24 Ver: Yara. <https://www.brazilchamber.no/wp-content/uploads/2015/03/20150225-BNCC-Brazil-Presentation.pdf>. Acesso em: 20/07/2025.

cíficos referentes a cada uma das plataformas. Sempre que possível procuramos abarcar, também, as inúmeras campanhas de comunicação e matérias de mídia que divulgam essas plataformas no universo digital, utilizando toda uma diversidade de blogs, perfis e canais de redes sociais vinculados aos negócios do Agro.

Mais do que uma análise comparativa das três plataformas, o trabalho busca propiciar um olhar transversal sobre as rotas de digitalização associadas a cada um dos casos, utilizando as plataformas como um terreno fértil (e concreto) que nos permite refletir sobre os processos de digitalização e plataformação da agricultura em curso no Brasil²⁵.

O texto foi estruturado com base em quatro diferentes seções, além da introdução. Na Seção 2, a seguir, procuramos oferecer um panorama geral das dinâmicas de digitalização da agricultura e do sistema agroalimentar

no cenário contemporâneo, considerando seus modos de organização, modelos de negócio e a emergência da *agricultura digital* como um novo imaginário sociotécnico. A Seção 3, intitulada *A digitalização da agricultura e a conformação do ‘espaço Agrotech’ no Brasil*, tem por objetivo contextualizar o ambiente de atuação das plataformas de *agricultura digital* no país, com olhar atento não apenas para o setor corporativo, mas, também, para o papel desempenhado pelo Estado brasileiro nessa nova onda de inovações. Na quarta seção, *Plataformizando o Agro*, analisamos as três plataformas de *agricultura digital* selecionadas, em sua atuação no contexto brasileiro, apresentando também algumas reflexões sobre o lugar da agricultura familiar, entre os públicos atendidos pelas plataformas. Apresentamos, por fim, a título de considerações finais, algumas considerações gerais sobre as plataformas de *agricultura digital* e sua atuação no Brasil.

²⁵ O presente trabalho incorpora reflexões e resultados de pesquisa apresentados em um dos capítulos do livro *Transición digital en agricultura y políticas públicas en América Latina* organizado pela Rede Políticas Públicas y Desarrollo Rural en América Latina y el Caribe (PP-AL). Ver: KATO, KORTING, SCHMITT e SOUSA (2024).

2. Digitalizando a agricultura e o sistema agroalimentar: modos de organização, modelos de negócio e a construção de um novo imaginário sociotécnico

A digitalização da agricultura tem sido objeto de diferentes definições na literatura acadêmica, no mundo empresarial e no universo das políticas públicas. Em linhas gerais, como já destacamos na introdução, este termo está associado à aplicação de tecnologias digitais e geoespaciais na gestão das unidades de produção agrícola, podendo abarcar um conjunto heterogêneo de operações. A coleta, utilização, processamento e análise de diferentes tipos de dados figura como um elemento central nesta nova configuração sociotécnica. Entre as tecnologias consideradas críticas neste percurso de transformação digital merecem destaque: a computação em nuvem, a Internet das Coisas (em inglês, *Internet of Things* – *IoT*), as mídias sociais, o uso de *Big Data* e da ciência de dados, a mobilidade, a Inteligência Artificial (IA), a realidade aumentada, a realidade virtual, a robótica, a conectividade ubíqua, o aprendizado de máquina (em inglês, *machine learning*), os gêmeos digitais (em inglês, *digital twins*) e a automação (MASSRUHÁ, LEITE, LUCHIARI JUNIOR e EVANGELISTA, 2020, p. 23).

Agricultura inteligente (em inglês *smart farming*), *Agricultura 4.0*, *Agricultura de Precisão*, *Agricultura Digital*, entre outras designações, são termos guarda-chuva que buscam referenciar, em seu sentido mais amplo, sistemas de processamento de dados e plataformas capazes de desenvolver um amplo conjunto de operações direta ou indiretamente relacionadas à produção agropecuária e ao funcionamento das cadeias agroalimentares. Esses diferentes conceitos procuram dar unidade a uma complexa rede de relações, materiais e discursivas, conectando artefatos, produtos, práticas e lugares, em uma paisagem

sociotécnica marcada pela multiplicidade e pela heterogeneidade (CAROLAN, 2020a).

O chamado “espaço Agrotech”, categoria dotada de grande plasticidade (GOODMAN, 2023) e mobilizada tanto pela mídia, como por pesquisadores(as), decisores(as) políticos e atores ligados ao mundo corporativo figura, atualmente, como uma referência neste processo de digitalização das cadeias agroindustriais de *commodities* (GOODMAN, 2023, p. 12). Grandes corporações, startups, governos, investidores privados, instituições de pesquisa, grupos de especialistas (*think tanks*), agricultores, agentes públicos, entidades de representação política vinculadas ao agronegócio, entre outros personagens, ganham relevância nesse processo de transformação da agricultura e do sistema agroalimentar rumo a uma *agricultura digital*.

A referência à Agricultura 4.0, presente na literatura, guarda estreita conexão com os debates relacionados à *Indústria 4.0*, conceito forjado originalmente na Alemanha e incorporado ao planejamento governamental deste país no âmbito da *Estratégia de Alta Tecnologia para 2020*, lançada no início dos anos 2010 (ROJKO, 2017; XU, XU, LI, 2018). A imagem de uma *Indústria 4.0* parte de uma abordagem tecnicista da trajetória dos processos de industrialização que seria marcada, historicamente, de acordo com esta narrativa, por três grandes revoluções: (i) a primeira Revolução Industrial, associada ao surgimento das fábricas no final do século XVIII, com base em sistemas de energia hidráulica e máquinas a vapor; (ii) uma segunda etapa, ocorrida na segunda metade do século XIX, tendo como referência a estruturação das linhas de montagem indus-

triais, o desenvolvimento da química aplicada e o uso da eletricidade; (iii) a terceira Revolução Industrial, caracterizada pela automatização dos processos de trabalho, a partir dos anos 1960.

A *Indústria 4.0* permitiria, por sua vez, aos seres humanos, conectarem máquinas, trabalho e sistemas de informações, através de redes inteligentes, ao longo de toda a cadeia de valor, "eliminando a separação entre o mundo físico e o mundo virtual" (ZAMBON, CECCHINI, EGIDI, SAPORITO & COLANTONI, 2019, p. 3). Esta estrutura virtual dos objetos estaria associada, por sua vez, à Internet das Coisas (IoT), definida, em seu sentido mais amplo, como "uma rede aberta e abrangente de objetos que tem a capacidade de se auto-organizar, compartilhar informações, dados e recursos, reagindo e agindo em face a situações e mudanças no ambiente" (MADAKAM, RAMASWAMY & TRIPARTHI, 2015, p. 165). O novo paradigma representado pela IoT tem como dimensões importantes: (i) a interconectividade; (ii) os serviços relacionados a objetos - envolvendo recursos, dispositivos, produtos e máquinas inteligentes; (iii) a heterogeneidade, articulando diferentes tipos de redes e equipamentos; (iv) a dinamicidade dos modos de funcionamento e do conjunto de dispositivos associados ao sistema e, (v) a escalabilidade (ZAMBON, CECCHINI, EGIDI, SAPORITO & COLANTONI, 2019, pp. 3-4).

No que diz respeito, especificamente, ao setor agrícola, a narrativa histórica que dá sustentação à ideia de uma *Agricultura 4.0* obedece a uma cronologia um pouco distinta, que pode variar de autor para autor²⁶. Zambon et al. (2019, p. 4), acima citados, associam a *Agricultura 1.0* à força de trabalho animal. A segunda onda de transformações, *Agricultura 2.0*, estaria vinculada aos motores de combustão. Os sistemas de posicionamento e a agricultura de precisão sinalizariam, por sua vez, o advento de uma *Agricultura 3.0*. A *Agricultura 4.0* teria como principal característica a articulação entre operações internas e externas às unidades de produção agrícola através de informações digitais, acessadas por meio da computação em nuvem (*cloud computing*), possibilitando uma crescente automação dos processos produtivos e orientando, ao mesmo tempo, a

tomada de decisão dos diferentes agentes ligados a uma determinada cadeia produtiva. Informações relacionadas ao solo, ao clima, às sementes, ao comportamento dos animais, entre outros "fatores produtivos", estariam articuladas, em um cenário ideal, a uma rede informacional e material mais abrangente, que abarcaria, também, as dinâmicas de mercado, o desenho dos diferentes produtos e as preferências dos consumidores.

O caráter disruptivo dos processos de convergência tecnológica associados à *Agricultura 4.0* tem sido enfatizado em documentos produzidos por organismos multilaterais²⁷, governos nacionais²⁸, instituições de pesquisa e organizações não governamentais. Em seu sentido mais geral, as tecnologias vistas como disruptivas estão associadas a inflexões radicais em certos paradigmas ou trajetórias de inovação, afetando o desenvolvimento de determinadas indústrias, firmas e cadeias de suprimentos, opondo-se às inovações de tipo incremental, que buscam agregar novos elementos visando consolidar um percurso previamente estabelecido. As chamadas inovações de segunda ordem (ou inovações radicais) caracterizam-se por reescrever a própria gramática de inovação, redefinindo que tipos de conhecimentos devem ser considerados como relevantes e quais devem ser os objetivos dos processos de inovação (KNICKEL, BRUNORI, RAND & PROOST, 2008). Mas como observam Christensen, McDonald, Altman e Palmer (2018), o caráter disruptivo de uma determinada tecnologia é um fenômeno relativo e não absoluto. As firmas fazem escolhas estratégicas no sentido de posicionar uma determinada inovação de forma disruptiva, modificando radicalmente as condições de competição em um determinado mercado, construindo alianças e mobilizando recursos de diferentes tipos de forma a atingir esse objetivo.

De modo geral, os discursos dominantes em torno da *agricultura digital*, ainda que com variações, condensam a história da agricultura em uma trajetória linear, marcada por diferentes ondas de inovação. As agriculturas que antecedem a Revolução Verde, em sua diversidade e complexidade²⁹, são concebidas como agriculturas de subsistência, de baixa produtividade, intensivas em mão de obra e dependentes da energia humana e animal. Esta *Agricultura 1.0* teria sido substituída, em meados do sé-

26 A título de exemplo cabe mencionar o esquema proposto por MASSRUHÁ, LEITE, LUCHIARI JUNIOR e EVANGELISTA (2020), inspirado no trabalho desenvolvido por Pillon (2017), contemplando quatro fases no desenvolvimento da agricultura moderna: *Agricultura 1.0* (Tração Animal), *Agricultura 2.0* (Revolução Verde), *Agricultura 3.0* (Sistemas Integrados) e *Agricultura 4.0* (Agricultura de Base Biológica). A *agricultura digital* - incluindo aí a bioinformática e as inovações relacionadas à biologia sintética - sinalizaria o advento de uma *Agricultura 5.0*. Como se pode perceber, a caracterização dessas diferentes etapas se mostrou bastante flutuante em nosso esforço sistemático de revisão de literatura, o que nos pareceu um indicativo importante do frágil enraizamento desta sequência evolutiva em uma análise histórica mais profunda.

27 Ver, por exemplo: World Bank (2019) e Trendov, Varas e Zeng (2019). Este último documento foi publicado com o apoio da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations - FAO).

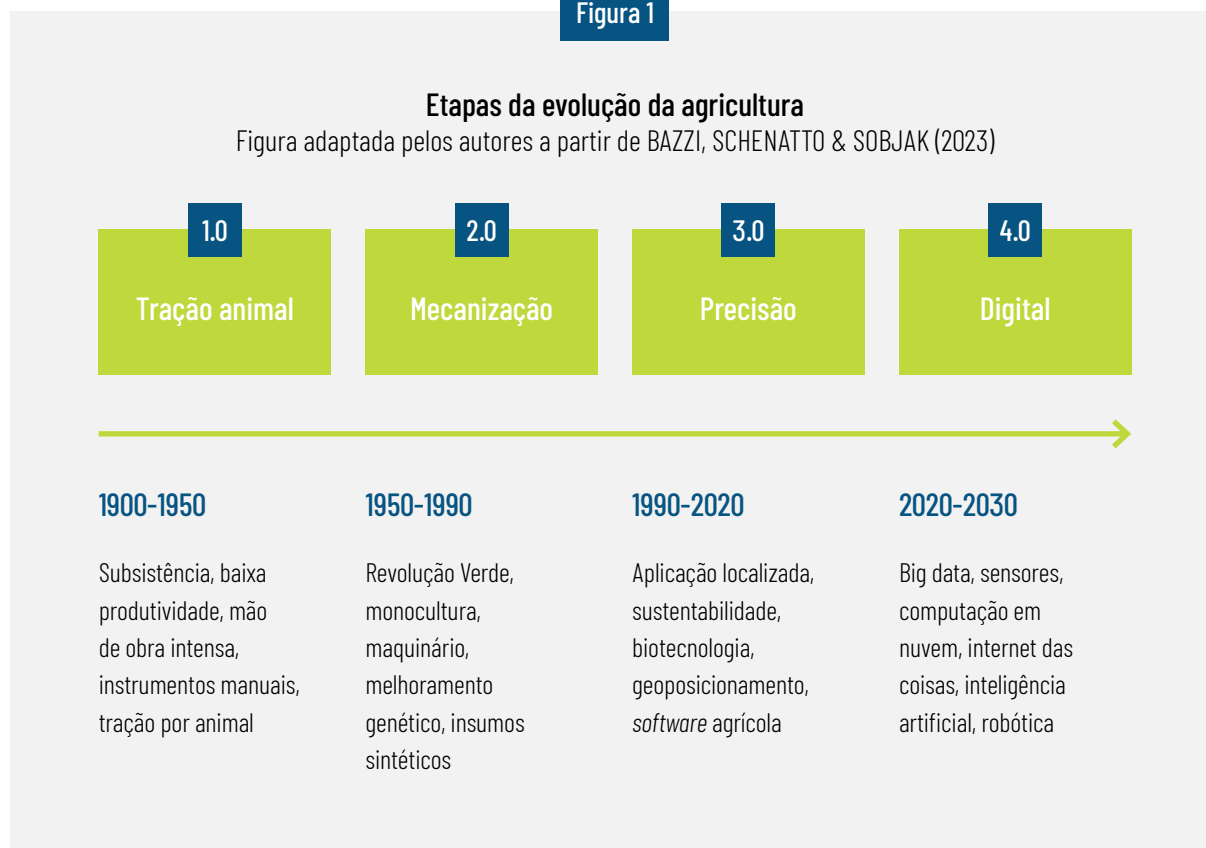
28 No caso do Brasil, ver: EMBRAPA (2022).

29 Ver, por exemplo, Mazoyer & Roudart (2010).

culo XX, pelo modelo tecnológico disseminado pela Revolução Verde (*Agricultura 2.0*) e, posteriormente, a partir dos anos 1990, pela *agricultura de precisão* (*Agricultura 3.0*). A passagem de um estágio para o outro é sinalizada pelo uso de determinadas tecnologias, em um caminho retilíneo – e de certa forma inevitável – que parte de uma agricultura menos produtiva e mais intensiva em

trabalho, rumo a uma agricultura mais tecnificada e intensiva em conhecimentos. Parecem existir, no entanto, diferentes interpretações sobre os avanços tecnológicos que sinalizariam o advento de uma *Agricultura 4.0*. A Figura 1, abaixo, ilustra bem o modo como essas diferentes etapas se unificam em uma narrativa histórica, com premissões universais.

Figura 1



De acordo com essa leitura, centrada nas tecnologias, a emergência de uma nova onda de inovações sinaliza necessariamente o fim da etapa anterior. Diversidades sociais e ecológicas, especificidades na trajetória histórica dos diferentes países e regiões, assimetrias de poder do ponto de vista geopolítico, não ganham maior relevância. O enquadramento histórico proposto, parece reverberar as observações feitas por Cabral, Pandey e Xu (2021), e também por Patel (2012), acerca das narrativas épicas associadas à Revolução Verde e suas implicações políticas. Na percepção desses autores, a imagem da Revolução Verde como um empreendimento passado e finalizado, esconde as relações de poder, continuidades e ajustes subjacentes

a esse projeto "biopolítico" (CABRAL, PANDEY e XU, 2021, p. 251; PATEL, 2012).

Reforçamos, aqui, a ideia de que o processo de consolidação da *agricultura digital* como uma nova arena corporativa ou espaço econômico onde "os capitais agroindustriais competem para se tornar a plataforma digital dominante na oferta de ferramentas de suporte à decisão e na prescrição de insumos" (GOODMAN, 2023, p. 14) insere-se em uma longa e descontínua trajetória de transformação da agricultura e do sistema agroalimentar em diferentes escalas. Não é nossa intenção, neste texto, resgatar de forma detalhada esse percurso histórico. Mas tendo em vista

os objetivos deste capítulo, destacamos, a seguir, alguns elementos que nos parecem centrais nesse conjunto de transformações.

Um primeiro ponto a ser explorado diz respeito às linhas de continuidade existentes entre os modos de organização ligados à *agricultura digital* e o paradigma técnico-econômico que se tornou dominante no sistema agroalimentar, sobretudo a partir de meados do século XX, ancorado em uma agricultura de base industrial, altamente dependente de combustíveis fósseis. Na visão de Goodman (2023), os processos de mudança associados à *agricultura digital* (ou *agricultura de precisão*) estão inseridos em uma trajetória evolucionária, e não disruptiva, em relação ao paradigma anterior. Utilizando diferentes entradas de mercado, as grandes corporações, muitas delas já bem estabelecidas no Agro, têm aproveitado essa nova onda de transformações sociotécnicas para “manter o controle sobre a Pesquisa & Desenvolvimento na agricultura, explorar novos setores de criação de valor e articular novas identidades” (GOODMAN, 2023, p. 4).

Goodman chama atenção, ao mesmo tempo, para toda uma onda de fusões e aquisições que varreu o mercado nas últimas décadas, acelerando o controle corporativo sobre a agricultura e o sistema agroalimentar. O processo de concentração corporativa, impulsionado, em boa medida, pelo esforço por controlar sistemas de informação e grandes bases de dados é muito perceptível. Segundo estimativas do grupo ETC, as quatro principais firmas controlavam, em 2020, 62% do mercado de agroquímicos, 44% do mercado global de máquinas agrícolas e 50% do mercado de sementes (ETC, 2022, p. 7).

De acordo com Birner, Daum e Pray (2020), existem quatro tipos de firmas investindo no desenvolvimento e no marke-

ting de tecnologias e serviços em *agricultura digital*: (i) as grandes empresas de insumos ligadas ao agro, envolvidas na produção e comercialização de sementes, fertilizantes, pesticidas e máquinas agrícolas; (ii) as corporações internacionais ligadas à indústria de *software* e *Big Data*; (iii) empresas ligadas à produção de *hardware*, e que hoje se dedicam ao desenvolvimento de tecnologias digitais para a agricultura; (iv) as startups, financiadas pelo capital de risco ou por grandes corporações.

No contexto deste arranjo, as informações ligadas ao Agro passam a se inserir em uma cadeia global de valor (*data value chain*) (CAROLAN, 2020a), altamente competitiva, mas caracterizada, também, por dinâmicas de participação horizontal, que acabam possibilitando o surgimento de oligopólios entrelaçados (ETC, 2022). Esta nova configuração ganha força em um cenário marcado por elevadas expectativas de obtenção de ganhos futuros, considerando que, em 2023, o mercado global de *agricultura digital* foi avaliado em US \$ 24,1 bilhões³⁰.

Cabe destacar, por fim, que digitalização da agricultura tem se tornado o terreno ideal para a criação e a utilização de instrumentos financeiros e ativos que usam a crise climática como justificativa. A financeirização do clima, aqui entendida como a estratégia de criação de instrumentos financeiros para combater a crise climática, tem resultado no desenvolvimento e disseminação de instrumentos financeiros “verdes” (títulos verdes, créditos de carbono, linhas de financiamento verdes, entre outros) e em um maior interesse de investidores em fundos de alimentos, agricultura e terra. A América Latina “com vastos territórios, solos férteis e uma diversidade de climas” (FONSECA, BONA, CORDEIRO, 2023, p. 8) desponta como uma região estratégica para as grandes corporações do agro e suas estratégias de financeirização.

30 Ver: Fortune – Business Insights. Agosto de 2024. Disponível em: <https://www.fortunebusinessinsights.com/digital-farming-market-106784>. Acesso em: 24/07/2025.

3. A digitalização da agricultura e a conformação do “espaço Agrotech” no Brasil

Um dos objetivos deste trabalho foi tentar compreender o lugar ocupado pelas plataformas digitais no espaço mais amplo de relações que hoje sustenta a *agricultura digital* como um imaginário sociotécnico (ainda em construção) no Brasil. A estruturação no país deste “espaço AgroTech” envolve um conjunto multifacetado de agentes e conexões, que assumem diferentes contornos a depender do recorte analítico selecionado.

Inicialmente, é importante destacar que o Brasil ocupa um lugar estratégico nesse processo de expansão das tecnologias ligadas à *agricultura digital*, considerando a extensa área dedicada às atividades agropecuárias³¹, o elevado número de estabelecimentos agrícolas existentes no país, o valor total de sua produção agropecuária³² e sua expressiva participação no mercado internacional de commodities agrícolas. O país ocupava, em 2022, a terceira posição entre os principais exportadores globais de commodities agrícolas (JANK, GILIO, CAMPOS, CARDOSO et al., 2023).

Segundo dados da FAO, o Brasil despontava, em 2022, como o segundo maior consumidor mundial de agrotóxicos (FAO, 2024). Neste mesmo ano, de acordo com um estudo publicado pela Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos do Governo Federal (BRASIL, 2020), a agricultura brasileira ocupava a quarta posição do mundo no consumo de fertilizantes, sendo que 80% do volume total utilizado era de origem estrangeira.

As tecnologias associadas à *agricultura de precisão* entraram no Brasil, ao que tudo indica, no final dos anos 1990, através do trabalho pioneiro desenvolvido pela Embrapa e por algumas universidades públicas (CHERUBIN, DAMIAN, TAVARES, TREVISAN et al., 2022)³³. Em 1999, a Embrapa publicou um mapeamento da infraestrutura em *agricultura de precisão* existente no Brasil, incluindo instituições, projetos de pesquisa, profissionais, empresas, *softwares*, livros e sites (MESQUITA, 1999). No início dos anos 2000 registra-se, segundo Cherubin et al. (2022), uma consolidação dos espaços de pesquisa relacionados à *agricultura de precisão*, com a emergência de novos projetos e grupos de investigação dedicados ao tema no Sudeste, Sul e Centro Oeste do país. Verifica-se, nesse mesmo período, a organização de diversos eventos científicos relacionados ao assunto, reunindo tanto pesquisadores como representantes das empresas.

Em sua análise dos 25 anos da trajetória da pesquisa em *agricultura de precisão* no país, Cherubin et al. (2022) chamam atenção para um amplo conjunto de fatores que teriam contribuído para o aumento do número de publicações acadêmicas, bem como para a internacionalização da pesquisa científica nessa área. Aparecem mencionados os investimentos públicos em educação e pesquisa, a incorporação da *agricultura de precisão* ao currículo das ciências agrárias na graduação e na pós-graduação, a criação de comissões e associações ligadas a esse tema, entre outras iniciativas. Os autores chamam atenção para a formação, em 2012, da Comissão Brasileira de Agricultu-

31 De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a área ocupada pelos estabelecimentos agrícolas no Brasil é de 351 milhões de hectares. Ver: IBGE, https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/result_ado-sagro/index.html. Acesso em: 25/07/2025.

32 O país ocupa a 5ª posição mundial no que diz respeito ao valor total da produção agropecuária. A primeira posição é ocupada pela China (JANK, GILIO, CAMPOS, CARDOSO et al., 2023).

33 A referência à agricultura de precisão aparece na literatura de diferentes maneiras. Em seu sentido mais restrito a agricultura de precisão é concebida, como já foi observado anteriormente, como um sistema de gestão das atividades agrícolas que leva em conta a variabilidade espacial das lavouras. Em muitas situações, no entanto, este conceito assume contornos mais amplos, remetendo a um conjunto diversificado de processos associados à digitalização da agricultura.

ra de Precisão, atual Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital (CBAPD), bem como para a estruturação, em 2015, da Associação Brasileira de Prestadores de Serviços de Agriculturas de Precisão (ABPSAP).

Na visão desses pesquisadores (CHERUBIN et al., 2022), mesmo considerando que o Brasil ocupa uma posição de liderança no desenvolvimento de tecnologias de *agricultura de precisão* para algumas culturas tropicais, como cana-de-açúcar, laranja e café, em boa parte dos casos, o país “é principalmente um importador de tecnologias que foram originalmente desenvolvidas em outros países”, sendo que a pesquisa científica e a adoção de tecnologias nessa área caracterizam-se pelo “teste, uso e adaptação de tecnologias importadas”, o que em muitos casos criou, inclusive, barreiras para sua expansão no país (CHERUBIN et al., 2022, p. 19).

Essa observação nos parece essencial para que possamos compreender, em maior profundidade, as dinâmicas de coprodução entre ciência e política que vêm sendo estabelecidas no contexto da *agricultura digital*, envolvendo a participação do Estado, mas com forte presença das grandes corporações no campo da pesquisa, na estruturação desses novos mercados e, também, na implantação de intensas campanhas de comunicação voltadas à disseminação dessas tecnologias.

Como já destacamos anteriormente, o universo de atores presente no “espaço Agrotech” no Brasil é amplo e diversificado. O MAPA lançou, em 2022, um portal na internet denominado *Agro Hub Brasil*³⁴, que tem por objetivo dar visibilidade aos processos relacionados à transformação digital na agricultura possibilitando, também, uma maior coordenação das ações em curso³⁵. Através deste dispositivo virtual é possível identificar diferentes espaços e atores ligados a estas redes de inovação incluindo: startups, ambientes de inovação (parques tecnológicos, incubadoras, aceleradoras, *hubs*, espaços *co-working*, *open labs*, entre outros), instituições de pesquisa e diferentes iniciativas pró-digitalização da agricultura (como editais e programas específicos). O site inclui, ainda, uma seção com informações consideradas de interesse dos produtores rurais (exemplos de tecnologias aplicadas à *agricultura digital*, produtos e serviços disponíveis, aplicativos, entre

outros). A necessidade de estabelecer arranjos interinstitucionais envolvendo startups, instituições de pesquisa, iniciativas governamentais e fluxos de financiamento parece ser um dos principais objetivos deste novo ambiente digital. Vale destacar que projetos desta natureza, fomentados, em boa parte dos casos, através de diferentes tipos de parcerias envolvendo o setor público e a iniciativa privada, têm contribuído, inclusive, para projetar as ações desenvolvidas no Brasil, em torno da *agricultura digital*, no contexto latino-americano³⁶.

Um ponto importante para reflexão diz respeito ao papel do Estado brasileiro como um agente capaz de fomentar a transformação digital do Agro e como esta atuação vai sendo construída, em termos práticos e discursivos, ao longo do tempo. Cabral (CABRAL et al., 2022; CABRAL, 2020) e Silva (2018) chamam atenção para o modo como as narrativas associadas à Revolução Verde no Brasil destacam protagonismo do Estado brasileiro e, particularmente, da Embrapa, na adaptação de variedades de soja às condições ecológicas do bioma Cerrado, a partir de meados da década de 1970. Este projeto, liderado pelo Estado brasileiro e ancorado em descobertas científicas, implicou na conquista de um amplo território para a “agricultura moderna”, através de um arranjo político e institucional que contou com participação do setor público, representações do agronegócio, instituições públicas de pesquisa (notadamente a Embrapa), agricultores(as), e que foi financiado por meio de subsídios estatais e com o suporte técnico, político e financeiro da cooperação internacional. Em um cenário bastante diferenciado, a digitalização da agricultura parece se apresentar como uma fronteira a ser desbravada, ensejando a construção de novas alianças e novos modelos de negócios, com base em uma estratégia ancorada “no intenso uso de inovações científico-tecnológicas, na maior participação de companhias multinacionais e na comercialização da produção em âmbito global” (DE SOUZA e BIDARRA, 2022, p. 19).

Mas é preciso destacar que o Estado não deixa de se constituir como um ator relevante nessa nova onda de inovações, implementando programas e ações voltados à *agricultura digital*, trabalhando no sentido de direcionar fluxos

34 Ver: MAPA. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/agrohub-brasil>. Acesso em: 25/07/2025.

35 Ver: Agência Brasil. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-03/ministerio-lanca-portal-sobre-ecossistema-de-inovacao-agro-no-pais>. Acesso em: 25/07/2025.

36 Os dados sistematizados pelo *Radar Agritech Brasil – 2023* apontam para um universo total de 1953 empresas atuando no Brasil, nessa área, em 2023. Neste relatório, o Brasil aparece como o principal mercado de investimentos em agritechs, concentrando, em nível de América Latina, 46% dos investimentos no setor (DIAS, JARDIM & SAKUDA, 2023). Em 2024 o *Radar Agritech* identificou um total de 1970 startups em atividade no país, 365 delas atuando a montante da fazenda, 818 em atividades internas à fazenda e 787 depois da fazenda. As informações organizadas pelo *Radar Agritech* estão disponíveis em: <https://radaragritech.com.br/>. Acesso em: 28/07/2025.

de investimento para esse projeto e fomentando, de diferentes maneiras, esse novo imaginário sociotécnico. Entre as iniciativas governamentais direta ou indiretamente vinculadas à *Agricultura 4.0* cabe mencionar: (i) a implantação de marcos regulatórios, a exemplo do Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação e da Lei Geral de Proteção de Dados; (ii) o Plano Nacional de Internet das Coisas; (iii) o Projeto Piloto de IoT na Agricultura em Larga Escala, financiado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES; (iv) a implantação, em 2019, da Câmara do Agro 4.0, com participação do MAPA, do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB); (v) o Programa Agro 4.0, desenvolvido através de uma parceria estabelecida entre o MAPA e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI); entre outras ações (DE SOUZA e BIDARRA, 2022).

Importante destacar, ainda, o papel desempenhado pela Embrapa Agricultura Digital, sediada em Campinas, que tem se posicionado como um agente facilitador desse novo ecossistema que inclui universidades, institutos de pesquisa públicos e privados, empresas, *startups* e aceleradoras (MASSRUHÁ, LEITE e BOLFE, 2023). A Plataforma AgroAPI, desenvolvida pela Embrapa, exemplifica o modo como essa colaboração vem sendo organizada. Esse dispositivo disponibiliza informações e modelos agropecuários desenvolvidos pela Embrapa, "que podem ser utilizados por empresas, instituições públicas e privadas e startups para a criação de *softwares*, sistemas web e apli-

cativos móveis para o setor agropecuário, com redução de custo e de tempo"³⁷.

Mas o complexo campo de relações estruturado no Brasil em torno da *agricultura digital*, ao longo das últimas décadas, não pode ser descrito, unicamente, como um espaço colaborativo, horizontal e pleno de oportunidades para todos os agentes envolvidos. Os novos dispositivos de governança envolvidos nesse processo de digitalização da agricultura são atravessados por assimetrias, relações de força e estratégias renovadas de criação e apropriação de valor, demandando um olhar criterioso, não apenas dos seus potenciais analistas (considerando diferentes perspectivas e áreas do conhecimento), como dos tomadores de decisões e do público em geral.

As relações que se estabelecem no "espaço Agrotech" colocam em jogo temas sensíveis relacionados à segurança e apropriação de dados e informações, à regulação das relações que passam a se estabelecer entre os diferentes atores envolvidos na estruturação desses novos ecossistemas de *agricultura digital*, à reorganização dos mercados de insumos e serviços, às parcerias estabelecidas entre as grandes corporações e o setor público, entre outros. Foge aos objetivos deste trabalho analisar, na sua amplitude, os modos de organização subjacentes a esses novos ambientes de inovação. Muitas das questões levantadas serão retomadas, no entanto, na próxima seção, que tem como objeto de análise um conjunto selecionado de plataformas digitais disponibilizadas no Brasil pelas grandes empresas, foco central de nossa pesquisa.

37 Ver: Embrapa. <https://www.agroapi.cnptia.embrapa.br/portal/>. Acesso em: 25/07/2025.

4. Plataformizando o Agro: as plataformas de agricultura digital e sua atuação no contexto brasileiro

Existem, atualmente, diferentes tipos de ferramentas digitais, com funcionalidades diversas, que têm por objetivo disponibilizar informações, produtos e serviços, conectando empresas (ou grupos de empresas) e seus usuários³⁸. Nos dedicamos nesse trabalho a estudar uma linha-gem específica de tecnologias digitais: as plataformas de *agricultura digital*, voltadas ao gerenciamento da produção agrícola. Esses artefatos são aqui entendidos, simultaneamente, como arranjos sociomateriais, que exemplificam processos concretos de estruturação da chamada *Agricultura 4.0*, e como dispositivos performativos, que buscam legitimar determinados modos de organização da agricultura e do sistema agroalimentar.

A literatura referente à implantação e disseminação desses arranjos sociotécnicos no Brasil é bastante fragmentada. As plataformas de *agricultura digital* são mencionadas, em diferentes trabalhos, como parte integrante de uma nova onda de inovações disruptivas na agricultura e no sistema agroalimentar³⁹, mas sua implantação no país não tem sido analisada, de forma mais sistemática.

Pesquisas recentes, desenvolvidas na maioria dos casos através da aplicação de questionários on-line, têm procurado aferir o alcance das transformações digitais em curso na agricultura brasileira, tendo como interlocutores, tanto os produtores rurais, como as empresas do agro⁴⁰. Resultados publicados em 2020, baseados em um esforço de pesquisa on-line desenvolvido pela Embrapa, pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

(SEBRAE) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), apontam que 84% dos produtores entrevistados utilizavam “ao menos uma tecnologia digital em seu processo produtivo” e 70% deles fazia uso da internet para atividades ligadas à produção (Embrapa, Sebrae & Inpe, 2020). Mas no que concerne às tecnologias digitais compatíveis com os sistemas de gestão da produção agrícola oferecidos pelas plataformas analisadas em nossa pesquisa, os percentuais eram bem mais modestos: GPS na propriedade – sistemas de posicionamento global por satélite (20,4%); dados ou imagens da propriedade fornecidos por sensores remotos (17,5%); dados ou imagens sobre planta, animal, solo, água, clima, doenças ou pragas oferecidos por sensores no campo (16,3%); máquinas ou equipamentos com eletrônica embarcada, como piloto automático, telemetria, aplicações à taxa variada (8,7%); sistemas automatizados ou robotizados para uso da produção (6,5%); mapas digitais de produtividade, mapas de variabilidade espacial gerados por NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) ou por monitor de colheita para uso no gerenciamento da produção (5,4%) (EMBRAPA, SEBRAE e INPE, 2020).

Entre as dificuldades enfrentadas no uso das tecnologias digitais acima mencionadas os produtores ressaltam: os altos valores associados a esses investimentos, problemas de conexão à internet⁴¹, dificuldades na contratação de prestadores de serviços especializados, a falta de conhecimento sobre as tecnologias mais apropriadas, os custos operacionais de manutenção e atualização, entre outras (EMBRAPA, SEBRAE & INPE, 2020). Reforçando que

38 Estão incluídos, nesse universo: os canais digitais de compras de insumos agrícolas; sistemas digitais de rastreamento e monitoramento de gado; as plataformas que oferecem serviços financeiros destinados ao agro, entre outros dispositivos.

39 Ver, por exemplo: Bolfé, Barbedo, Massruhá, Souza e Assad (2020); Buainain, Cavalcante e Consoline (2021).

40 Ver: Embrapa, Sebrae & Inpe (2020). Ver também: McKinsey & Company. Disponível em: <https://mente-do-agricultor.mckinsey.com>. Acesso em: 20/07/2025.

41 Em 2021 o Ministério da Agricultura e Pecuária publicou um estudo intitulado *Cenários e perspectivas da conectividade do Agro (Brasil – MAPA, 2021)*. O trabalho buscou enfrentar uma série de desafios de natureza metodológica, no sentido de estimar, tanto a abrangência territorial, como a qualidade da conectividade disponível nas regiões rurais brasileiras, considerando diferentes públicos.

as plataformas de *agricultura digital* voltadas à gestão das unidades de produção agropecuária não foram selecionadas como um foco específico de investigação na pesquisa conduzida pela Embrapa, Sebrae e INPE (2020).

O esforço de revisão de literatura que dá suporte a esta investigação nos fez perceber que, no caso brasileiro, exercícios mais aprofundados de crítica à “plataformização da agricultura” e à “uberização do campo” são relativamente recentes (AMADEU, 2022; TELES e SOUZA, 2023). Chama atenção, no entanto, a emergência, nos últimos anos, de todo um conjunto de estudos e pesquisas voltados à utilização de plataformas digitais na comercialização de produtos agrícolas, envolvendo tanto iniciativas ligadas às grandes cadeias de commodities (HÜTTMANN, 2020; BERTHOLO, 2024), como experiências protagonizadas por camponeses e agricultores familiares na comercialização de “produtos orgânicos”, “artesanais”, da “agricultura familiar”, “locais/regionais”, entre outras designações (MONTEIRO, LEITÃO & DELGROSSI, 2022; GAZOLLA, AQUINO e GAIEVSK, 2023;). Prospectando a literatura internacional, boa parte dela em língua inglesa, conseguimos localizar trabalhos relevantes acerca da utilização das plataformas de *agricultura digital* e de seus impactos sobre os modos de organização da agricultura e do sistema agroalimentar, nos Estados Unidos, na Europa e na Índia, que muito contribuíram no delineamento desta pesquisa (GOODMAN, 2023; CAROLAN 2020b; POTI & JOY, 2022).

Como observa Coyle, o termo plataforma tem sido utilizado para designar entidades híbridas que se utilizam das tecnologias digitais “como uma interface entre os usuários ou consumidores de um determinado produto ou serviço

e seus fornecedores” (COYLE, 2018, p. 50). Elas ganham materialidade por meio de dispositivos (celulares, computadores, tablets) conectados à internet e produzem bancos de dados com informações estratégicas, armazenadas em nuvem, e cujo processamento se dá via IA e algoritmos. GRABHER (2020) utiliza o termo “plataformização” para chamar atenção para os processos conflitivos por meio dos quais as plataformas buscam se estabelecer como pontos de passagem obrigatórios nos domínios da produção e do mercado (GRABHER, 2020, p. 251). Suas dinâmicas de expansão incluem estratégias de crescimento: (i) *vertical* (estruturando determinadas estruturas digitais, buscando convertê-las em modelos de serviços); (ii) *horizontal* (constituindo-se como pontos de passagem obrigatórios para os usuários) e (iii) *multissetoriais* (diversificando suas áreas de atuação e coordenando diferentes atividades).

4.1 Sobre as plataformas de agricultura digital: alguns apontamentos

As plataformas de *agricultura inteligente* vêm ganhando espaço no contexto sul-americano, sobretudo em países como o Brasil e a Argentina que já possuem um poderoso setor do agronegócio. Hoje, praticamente todas as grandes empresas de insumos agrícolas (de sementes, de agrotóxicos e de fertilizantes), assim como as empresas de maquinários, de processamento, distribuição e comércio de produtos agrícolas e alimentares, possuem alguma plataforma em operação (VOGLIANO, RIBEIRO, VILLA, 2022). Essas plataformas têm sido a coluna vertebral da agricultura de precisão, com um mercado mundial com uma taxa de crescimento anual de 12,4%.

Quadro 1

Plataformas de *agricultura digital* das maiores empresas do agronegócio

Empresa	Plataformas associadas
Syngenta Group	<i>AgriEdge</i> ; <i>Cropio</i> (Europa do Leste); <i>CropWise</i> (global); <i>Modern Agricultural Platform</i> (China). Agrega, também, um programa chamado <i>Carbon Net</i> , que registra emissões e captura de carbono no campo.
Bayer	<i>Climate FieldView</i> (Monsanto, global); <i>Climate FarmRise</i> (Índia). <i>PRO Carbono</i> .
BASF	<i>BASF Digital Farming</i> ; <i>Xarvio Digital Farming Solutions</i> (global). Inclui também um programa voltado à promoção da agricultura de baixo carbono

Empresa	Plataformas associadas
Corteva Agriscience	<i>Granular; MiLote</i> . Inclui programa de monitoramento das emissões de carbono
UPL	<i>Nature Farm</i> (Índia e projetos -piloto em outros países).
FMC	<i>Arc Farm Intelligence</i> (global).
Yara	<i>Yara Atfarm</i>
Nutrien	<i>Eschelon</i>
ICL	<i>Agmatix</i> e <i>AngelaWeb 2.0</i>
K+S	Associação com <i>MFS Africa</i> para investir em Akorion (Uganda). Busca promover a <i>EzyAgric</i> como uma plataforma integrada visando conectar os pequenos agricultores ao mercado de insumos, assistência técnica e plataformas de serviços financeiros
PhosAgro	Associação com a <i>Exact Farming</i> para construção de um sistema digital para recomendações de fertilizantes
Mosaic	Associação com a <i>Unnati</i> (startup Agritech) para estruturação de um canal digital de comercialização (pagamentos e fluxo de crédito) para varejistas, em interação com agricultores(as).

Fonte: ETC (2022)⁴²

Michel Carolan⁴³, pesquisador que estuda as plataformas digitais nos Estados Unidos, entende que essas plataformas são mais do que simples ferramentas tecnológicas facilitadoras de negócios e atividades. Para o autor, esses dispositivos incorporam, em um mesmo arranjo, discursos, normas, mecanismos de coordenação e formas de interação que sustentam determinados modos de vida e visões de futuro, eliminando, ao mesmo tempo, do horizonte de possibilidades, potenciais caminhos alternativos.

Carolan nos alerta para o fato de que mais do que investigar o que esses dispositivos sociotécnicos são (materialmente), nos cabe apreender o que eles fazem e o que eles anunciam, ao reconfigurar os processos produtivos, selecionar os atores envolvidos em suas operações (com a inclusão de alguns e exclusão de outros), reorganizar fluxos econômicos e financeiros e impor determinadas formas de conexão entre as diferentes etapas da cadeia produtiva.

⁴² Foram introduzidas pelos autores(as) pequenas adaptações de forma a deixar mais claras algumas informações.

⁴³ O pesquisador Michael Carolan é professor de sociologia, sistemas agroalimentares e segurança alimentar na Colorado State University. É, também, co-diretor executivo do Instituto de Pesquisa, Engajamento e Aprendizado em Sistemas Agroalimentares (em inglês, Food Systems Institute for Research, Engagement, and Learning) sediado nesta mesma universidade. Sobre o tema em questão, ver, por exemplo: CAROLAN (2020a, 2020b, 2022).

Como as plataformas operam na prática?

Oferecemos, aqui, uma descrição simplificada do funcionamento de uma plataforma de *agricultura de digital*. Normalmente, as plataformas têm como suporte físico algum tipo de *hardware* (*tablets, notebooks ou smartphones*), contendo diversos programas e aplicativos instalados e integrados. Esse *hardware*, através de diferentes dispositivos, é capaz de se conectar com diversos equipamentos da fazenda (tratores, colheitadeiras, semeadeiras, pulverizadores, drones de diferentes tipos, ordenhadeiras, alimentadores, prédios inteligentes etc.). Vale a pena destacar que nem todas as plataformas necessitam de internet para operar diretamente no campo. Existem diferentes sistemas de telemetria de máquinas que permitem a coleta e o compartilhamento de informações colhidas no terreno, sendo que alguns deles possibilitam o acesso a dados e funcionalidades, baixados via internet ou sincronizados anteriormente. Uma vez programados, alguns dispositivos permitem registrar, em tempo real, tanto informações geradas pelos equipamentos e instalações da fazenda (em ação), como dados agrônômicos. O processamento dessas informações permite, também, a incorporação de imagens de sensoriamento remoto que são transmitidas para a plataforma. Esta, por meio de técnicas de análise de dados, inteligência artificial e algoritmos, processa as informações gerando mapas, cenários e gráficos, sistematizando diferentes tipos de informações relacionados à gestão da propriedade e ao planejamento e monitoramento dos processos produtivos. Com base nesses dados, a plataforma sugere quantidade de insumos a serem usados, oferece novos produtos a serem aplicados, recomenda técnicas de plantio e colheita, calcula perspectivas de produtividade, entre outras funções. Quando o dispositivo é conectado à internet (nos casos em que o uso esteja sendo feito em modo off-line), todas essas informações, talhão a talhão, são transmitidas para a nuvem. Algumas plataformas permitem a construção de mapas de fertilidade, de plantabilidade e de produtividade, registrando as práticas de manejo e seus resultados nos diferentes talhões, ao longo do tempo. As aplicações atuais do geoprocessamento na agricultura permitem organizar as informações em diferentes escalas, admitindo uma visão tão detalhada que seria capaz de possibilitar, potencialmente, a gestão de cada metro quadrado da propriedade. Para os produtores, essas tecnologias prometem facilitar o gerenciamento e administração da propriedade. Seus sistemas integrados possibilitariam, pelo menos em tese: (i) a produção rápida e instantânea de informações; (ii) processos de tomada de decisão em tempo real; (iii) a automatização de muitas atividades, dispensando mão de obra; (iii) o desenvolvimento de estratégias de administração à distância; (iv) o monitoramento das diferentes etapas da cadeia produtiva; (v) a estruturação de sistemas de gestão capazes de registrar as práticas produtivas e seus resultados ao longo dos anos, comparando diferentes cenários e soluções. Para as empresas, essas plataformas podem contribuir para uma maior fidelização de sua clientela, oportunizando, por hipótese, a estruturação de bancos de dados estratégicos relacionados à produção, à região, aos produtores e aos produtos cultivados e comercializados. Essas informações permitem que as empresas tenham, potencialmente, informações privilegiadas sobre as condições de produção (área plantada) e as previsões de oferta (facilitando o planejamento operacional), o que poderia lhes conferir importantes vantagens competitivas junto aos seus concorrentes. Essas informações, armazenadas na nuvem, poderiam ser usadas pelas próprias empresas ou cedidas para terceiros, mediante algum tipo de contrato com os usuários. A posse desses bancos de dados oportunizaria: (i) uma gestão empresarial mais eficiente, possibilitando à empresa planejar com maior precisão operações de compra, venda, armazenamento e logística; (ii) desenvolver de campanhas de marketing e de fidelização dos produtores, dispondo, para isso, de informações confiáveis; (iv) monitorar e, no limite, prever o comportamento dos usuários, ofertando novos produtos e serviços. Para termos ideia do poder que essas plataformas podem conferir às empresas, a plataforma *Climate Fieldview* (mantida pela Bayer) passou, entre 2020 e 2021, de um patamar de 12,8 milhões de hectares monitorados nas lavouras brasileiras, para uma marca de 22 milhões de hectares, aumentando, portanto, em 72% a área monitorada¹. Em 2024, segundo informações divulgadas pela empresa, essa mesma plataforma havia alcançado a marca de 28 milhões de hectares monitorados².

1 Ver: <https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/plataforma-digital-da-bayer-chega-a-22-milhoes-de-hectares-mapeados-no-br>. Acesso em: 12/07/2025.

2 Ver: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/climate-fieldview-apresenta-evolucao-solucoes-digitais-prol-agricultura-agrishow-2024>. Acesso em: 12/07/2025.

De modo geral, ao conectarem agricultores (as) e empresas, estabelecendo métricas, procedimentos e critérios, e definindo parâmetros a serem seguidos, as plataformas digitais moldam, em certa medida, como a agricultura deve ser. Uma vez em ação, esses dispositivos são capazes de criar (e antecipar) futuros para a agricultura e o meio rural que passam longe do debate público. Nos parece importante, aqui, reforçar, a dimensão performativa dessas plataformas. Estas, ao afirmarem a produtividade por hectare e a redução dos custos de produção nas grandes monoculturas como parâmetros de sucesso e eficiência da produção agrícola, associando a *agricultura digital* à sustentabilidade⁴⁴, têm o poder de enfraquecer ou anular outros imaginários alternativos, tornando-os impensáveis ou inviáveis, como por exemplo, a estruturação de sistemas produtivos mais diversificados, de uso múltiplo, desenhados e manejados com base em princípios agroecológicos.

Descreveremos, a seguir, as três plataformas analisadas nesta pesquisa (*Climate FieldView* -Bayer, *John Deere Operation Center* e *Yara Axfarm*). Sua arquitetura procura agregar um conjunto específico de funcionalidades, vinculadas à coleta e digitalização de informações agronômicas, que são disponibilizadas para os usuários, de forma integrada, servindo como uma ferramenta de tomada de decisão. Os casos analisados não esgotam as plataformas em operação no Brasil, mas exemplificam bem essa linha de inovações voltada à gestão das operações agrícolas através de uma interface digital.

4.2 Climate FieldView – Bayer

A *Climate Fieldview* é a plataforma de *agricultura digital*⁴⁵ da Bayer, que possibilita a coleta e o processamento de dados agronômicos em diferentes etapas ao longo do ciclo agrícola, disponibilizando informações relacionadas ao solo, plantio, desenvolvimento das culturas, pulverização e colheita em tempo real. A origem da plataforma está ligada à companhia WeatherBill, criada em 2006 por dois antigos funcionários da Google e que, em 2010, passou a se focar, exclusivamente, no desenvolvimento de sistemas de agricultura de precisão para soja e milho. Entre 2011 e

2012, a empresa recebeu aportes de inúmeros fundos de *venture capital* (SV Angel, Index Venture, Khosla Venture etc.)⁴⁶. Em 2011, seu nome passou a ser The Climate Corporation. Em 2013, esta mesma companhia foi comprada pela Monsanto⁴⁷ e, no ano de 2014, integrada à Divisão de Sistema Integrado de Agricultura e Plantio de Precisão desta mesma empresa que adquiriu, em seguida, duas outras companhias: a Solum (com atuação em análise de solo) e a 654 Labs (empresa especializada em diferentes tecnologias voltadas à agricultura). Em 2015, passou a ser chamada Climate FieldView, tendo sido comprada pela Bayer em 2018 (quando esta empresa adquiriu a Monsanto)⁴⁸.

Sua operacionalização baseia-se em três pilares: integração de dados, facilidade (tecnologia fácil e intuitiva) e acessibilidade (permite a sincronização de dados em *tablets* e *smartphones*, com capacidade de operação off-line). Ao possibilitar a integração em tempo real de distintas informações agronômicas, essa ferramenta promete auxiliar os produtores no monitoramento e gerenciamento de suas operações, permitindo uma tomada de decisão mais eficiente. Com base nos dados e informações coletados, a *Climate FieldView* utiliza algoritmos para obter resultados maximizadores baseados em produtividade, rentabilidade e sustentabilidade (decisões baseadas em dados). Por meio da captação de um amplo conjunto de informações e de seu cruzamento por meio de algoritmos, a plataforma é capaz de fazer análises de produtividade, projetando o desempenho de diferentes tipos de sementes, considerando as características existentes em diferentes áreas da propriedade, podendo, segundo a Bayer, produzir orientações de manejo para cada metro quadrado do terreno. Essa tecnologia é compatível com plantadeiras, pulverizadores e colheitadeiras das culturas de soja, milho e algodão⁴⁹, monoculturas estas quase sempre destinadas à exportação.

O material publicitário da plataforma apresenta um visual simples e moderno, que associa a transformação digital à evolução da agricultura e, consequentemente, do agricultor: “você conecta e evolui”⁵⁰. A agricultura do futuro é

44 O conceito de sustentabilidade está associado, de modo geral, no discurso publicitário veiculado pelas grandes plataformas corporativas, à redução das emissões de carbono e às expectativas de otimização do uso de recursos naturais (particularmente solo e água) e insumos agrícolas. Trata-se, portanto, de uma visão bastante restrita da sustentabilidade, que busca promover ajustes em práticas de manejo já existentes, e não redesenhar a arquitetura dos sistemas produtivos e de suas interações ecológicas, de forma a internalizar ciclos de energia e nutrientes e a promover a estruturação de sistemas ecologicamente intensivos (TITONELL, 2014). Inseridos em paisagens multifuncionais.

45 Ver: <https://climatefieldview.com.br>

46 Ver: <https://venturebeat.com/entrepreneur/climate-corp-raises-50m/>. Acesso em: 25/07/2025. Ver, também: <https://www.nytimes.com/2011/10/26/business/energy-environment/in-clean-tech-venture-capital-looks-for-problem-solvers.html>. Acesso em: 26/07/2025.

47 Ver: <https://www.forbes.com/sites/bruceupbin/2013/10/02/monsanto-buys-climate-corp-for-930-million/>. Acesso em: 26/07/2025.

48 Ver: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-e-monsanto-criarao-lider-global-na-agricultura-0>. Acesso em: 25/07/2025.

49 Ver: <https://climate.com/pt-br/recursos/compatibilidade.html>. Acesso em: 26/07/2025.

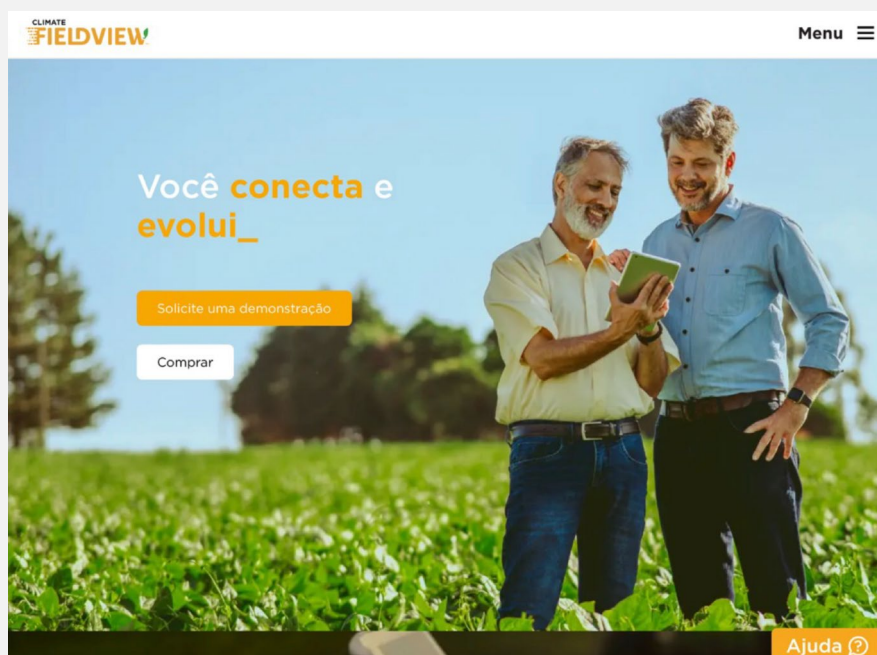
50 Em 2023 a plataforma lançou a campanha “Você conecta e evolui” que é composta por cinco filmes publicitários curtos que procuram apresentar o funcionamento da FieldView, discutir a agricultura digital e mostrar as funcionalidades da plataforma.

representada por um campo de soja, uma grande área de monocultura, administrada por agricultores-empresários que vestem roupas sociais e manejam *tablets* modernos.

Para a Bayer, a plataforma é uma ferramenta fundamental na transformação digital da agricultura, moldando o agro-negócio do futuro.

Figura 2

Material publicitário e sítio eletrônico do Climate Fieldview



Fonte: <https://climatefieldview.com.br>. Acesso em: 26/10/2024

O logotipo da *Climate FieldView* remete a uma identidade que combina três elementos: a) velocidade e modernidade, com tracinhos que remetem à evolução; b) monitoramento, com símbolos de mais e maior, que se associam ao crescimento da produtividade (não há símbolo de menos ou de menor) e; c) a monocultura, representada por uma folha de soja verde. A Bayer lançou sua plataforma no mercado em 2018, em um momento em que o preço da licença era praticado com base na extensão da cobertura desejada pelo cliente (R\$ 15,00 por hectare).

Atualmente, a empresa oferece dois tipos de plano *FieldView*:

1 Plano de entrada: R\$ 250,00, licença válida por um ano. Este plano, mais acessível, busca estimular

uma primeira experiência com a plataforma, apresentando funcionalidades limitadas. Oferece mapas obtidos por imagens de satélite (três imagens a cada 15 dias), permitindo o monitoramento e a priorização de talhões; oferece previsões climáticas (a cada 15 minutos); disponibiliza marcações georreferenciadas do terreno. Por meio de algoritmos, a *Climate Fieldview* identifica talhões com menor desenvolvimento, apontando soluções para a otimização da produtividade. O plano de entrada está disponível para as culturas agrícolas mais comuns no contexto do agro-negócio, como a soja, o milho e o algodão.

2 Plano Plus: R\$ 1.500,00, licença válida por um ano. Para obter esse plano é necessário comprar o *Fieldview*

Drive (que custava, no momento de realização da pesquisa, em 2024, R\$ 2.999,00, à vista), a ser conectado aos equipamentos agrícolas, permitindo a coleta de informações *on-line* e *off-line*, oriundas do terreno/lavoura, ou das próprias máquinas. Este plano oferece todas as funcionalidades do Plano de Entrada, acrescentando ainda: ferramentas de análise de produtividade, importação de mapas de operações da safra, prescrição manual de sementes e fertilizantes, mapeamento de operações. Adicionalmente, os assinantes possuem acesso via rede social (*WhatsApp*) a um suporte técnico. O Plano Plus atende um leque mais diversificado de culturas agrícolas, incluindo: soja, milho, feijão, algodão, aveia, cana-de-açúcar, girassol, canola, entre outras.

Tendo em vista que o sucesso dessas novas tecnologias (particularmente em sua fase de arranque) depende da ampliação do número de usuários e de sua capilarização nas diferentes regiões agrícolas, a licença anual da *Fieldview* pode ser comprada, com maior facilidade, por meio do programa de fidelidade da Bayer, denominado *Impulso Bayer*. Esse clube de vantagens mantém uma parceria com o programa de fidelidade *Orbia*⁵¹, sendo que quanto mais produtos o agricultor consome (agrotóxicos e sementes, por exemplo), mais pontos ele acumula. A soma desses pontos confere determinados bônus ao consumidor. O *Orbia* é um programa de fidelidade do agronegócio que permite que o produtor acumule pontos (ou estrelas) fazendo compras nas empresas parceiras, dentre elas a Bayer, a Yara, a Raix Sementes, a Ignitia (especializada em inteligência climática), entre outras. A obtenção de uma certa quantidade de pontos garante o acesso ao Plano de Entrada da plataforma *Climate FieldView*. Clientes com três, quatro ou cinco estrelas tinham acesso gratuito de um ano ao Plano Plus, no período em que realizamos a pesquisa.

A plataforma *Fieldview* permite ao usuário utilizar aplicativos e acessar diferentes serviços ofertados pelas empresas parceiras, autorizando também a elas, mediante determinadas condições, o acesso aos dados referentes a suas operações, captados pela plataforma. Até onde conseguimos checar⁵², as declarações de privacidade e de segurança de dados da *Fieldview* seguem um padrão semelhante ao utilizado por outras plataformas digitais,

buscando atender, evidentemente, às especificidades dos sistemas de *agricultura digital*.

Nesse tipo de mercado de prestação de serviços, o documento que materializa a relação jurídica entre o usuário de uma plataforma e a empresa que oferece o serviço é referenciado como "Termos de uso" ou "Termos de serviço". Esse contrato é assinado eletronicamente, quando o usuário (que pode ser uma pessoa física, maior de idade, ou uma empresa) cria uma conta nessa plataforma. No caso específico da plataforma *Climate FieldView*, os termos de serviço configuram-se como um acordo legal entre o usuário (indivíduo ou entidade corporativa) e a empresa Climate LLC, ou uma de suas afiliadas. As afiliadas variam de acordo com os diferentes territórios de serviço da plataforma (Estados Unidos, Canadá, Argentina, Brasil e México). No caso do Brasil as empresas afiliadas são a Monsanto do Brasil Ltda e a Bayer S.A.⁵³.

O documento intitulado "Termos de serviço do Climate FieldView para o continente americano" estabelece, com base em diferentes legislações, os parâmetros jurídicos que regulam as relações contratuais estabelecidas pelos usuários com a plataforma, mencionando, também, outros agentes, direta ou indiretamente envolvidos na operacionalização desses serviços: profissionais responsáveis pela assistência técnica à unidade produtiva, representantes de venda, empresas descritas como "participantes da plataforma *Climate*", entre outros. Esse contrato descreve os serviços oferecidos pela *FieldView* deixando claro, já nas cláusulas iniciais, que a responsabilidade sobre as decisões tomadas com base nas informações processadas pela plataforma pertence ao usuário:

Nossos serviços, modelos, dados e recomendações podem mudar ao longo do tempo. Os resultados individuais podem variar, pois o clima, as condições de cultivo e as práticas agrícolas diferem entre os produtores, locais e tempo. Não garantimos nenhum resultado econômico em seu negócio, e nem os Serviços FieldView nem as Obras Geradas pela Climate [gráficos, tabelas, recomendações] devem ser usados como substituto para práticas agrícolas sólidas, incluindo monitoramento regular e diligente do campo, ou como o único meio para tomar decisões agrícolas, de gestão de risco ou financeiras. Recomendamos que você consulte seu agrônomo, corretor de commodities e outros profissionais de

51 Em seu marketing publicitário, a Orbia se autodefine como "A rede da (r)evolução do Agro". Ver: <https://brasil.orbia.ag/accrual/home>. Acesso em: 15/07/2025.

52 Importante mencionar que nessa pesquisa nos limitamos a analisar os documentos e materiais publicitários da *Climate FieldView* e da Bayer. Em uma próxima etapa da pesquisa, pretendemos avançar na utilização das plataformas de modo a obtermos uma experiência e uma visão mais completa do funcionamento das mesmas.

53 Ver: <https://www.fieldview.com.br/legal/termos-de-servico-climate-fieldview/>. Acesso em: 12/07/2025.

serviço antes de tomar decisões financeiras, de gestão de risco e agrícola. Em: *Termos de Serviço do Climate FieldView para o continente americano*. Última atualização – 18 de outubro de 2024⁵⁴

De acordo com o Termo de Serviço *Climate FieldView*⁵⁵, o usuário estará gerando informações pessoais, relacionadas a sua propriedade, sobre as práticas produtivas adotadas, sobre a forma como utiliza os serviços da *Climate* (considerando tanto as operações on-line das máquinas e equipamentos, como as interações estabelecidas pelo usuário com a empresa através das mídias sociais), entre outras. Na seção do site que apresenta os Termos de Serviço é possível acessar Declarações de Privacidade específicas para cada um dos territórios, inclusive para o Brasil. Este documento tem por objetivo descrever que tipos de informações serão coletadas, e como o usuário pode controlá-las na utilização dos produtos e serviços oferecidos pela plataforma, considerando diferentes possibilidades de compartilhamentos de dados com terceiros, incluindo: empresas que trabalham para a Bayer, revendedores ou distribuidores vinculados à empresa, outros usuários dos serviços *FieldView*, empresas parceiras da plataforma desde que autorizadas pelo usuário, autoridades governamentais, entre outros agentes⁵⁶.

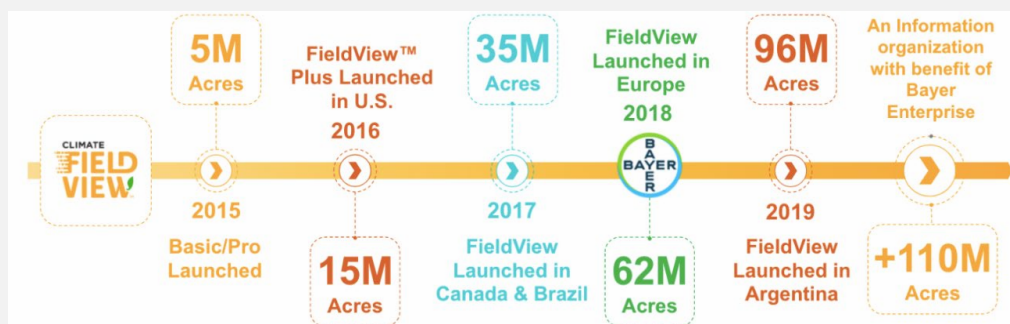
De acordo com as regras estabelecidas, a Climate LLC e suas afiliadas têm o direito de utilização desses dados

para diferentes finalidades: fornecimento de serviços e apoio técnico ao usuário, para atender a propósitos administrativos gerais definidos pela empresa, para fins de pesquisa e desenvolvimento, para aperfeiçoar seus negócios, para fins de publicidade e marketing, entre outros. São incluídos nesta lista dados como: localização da unidade produtiva, mapas do campo, registros de condições ambientais, climáticas ou de tempo, informações relativas a práticas agrônômicas, perdas de safra e rendimentos de safra, imagens de campo, notas de campo, entre outras informações relacionadas à operação da fazenda.

Em termos globais, a *Fieldview* está disponível em mais de 20 países (Brasil, Argentina, Guiana Francesa, Estados Unidos, Canadá, Portugal, Espanha, França, Itália, Reino Unido, Bélgica, Alemanha, República Tcheca, Polônia, Ucrânia, Hungria, Romênia, Bulgária, Grécia, Turquia, África do Sul, entre outros), com uma cobertura global de mais de 90 milhões de hectares conectados (em 2024)⁵⁷. Desde o seu lançamento, a plataforma teve uma rápida evolução, ampliando significativamente suas áreas de cobertura. Segundo informações da Bayer, atualmente a *Climate Fieldview* monitora, no Brasil, aproximadamente 28 milhões de hectares, o que equivale a cerca da metade de toda a área destinada ao plantio de soja no país⁵⁸. No Brasil, a plataforma está presente no Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Bahia, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais.

Figura 2

Linha do tempo da Climate FieldView (novembro de 2020)



Fonte: Singh (2025)

54 Ver: <https://www.fieldview.com.br/legal/termos-de-servico-climate-fieldview/>. Acesso em: 12/07/2025.

55 Ver: <https://climatefieldview.com.br/legal/termos-de-servico-climate-fieldview/>. Acesso em: 25/07/2025.

56 Ver: <https://climate.com/pt-br/legal/declaracao-de-privacidade.html>. Acesso em: 12/07/2025.

57 Ver: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/climate-fieldview-apresenta-evolucao-solucoes-digitais-pro-agricultura-agrishop-2024>. Acesso em: 26/07/2025.

58 Ver: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/climate-fieldview-apresenta-evolucao-solucoes-digitais-pro-agricultura-agrishop-2024>. Acesso em: 25/07/2025.

Os investimentos da Bayer na transformação digital da agricultura, dirigidos à agricultura empresarial, ou mirando também, em alguns casos, agricultores(as) familiares ligados às grandes cadeias de commodities ou em processo de “tecnificação”⁵⁹, figuram como uma das prioridades da companhia. Na Índia, a Bayer colocou em operação uma plataforma simplificada voltada para agricultores familiares, a *FarmRise*. O objetivo desse aplicativo, que roda em *smartphones*, é prover soluções agrônômicas integrando um conjunto diversificado de informações sobre as condições meteorológicas (tempo/clima), o comportamento dos mercados (preços de insumos e produtos, por exemplo) e relacionadas às políticas agropecuárias de interesse dos pequenos(as) agricultores(as). A plataforma atende a um leque variado de produtos (arroz, tomate, cebola, pimentão, milho, trigo, amendoim, couve-flor etc.), fornecendo todo um conjunto de recomendações técnicas a serem implementadas ao longo do ciclo das culturas. Uma vez localizada a unidade produtiva, utilizando ferramentas de sensoriamento remoto, as recomendações técnicas são todas ajustadas ao contexto vivenciado pelo produtor. Recentemente, a empresa anunciou uma parceria de cinco anos com a Rabo Partnership (subsidiária do Rabobank) e a Mastercard, a fim de combinar a oferta de consultoria técnico-agronômica e de mercados, com serviços financeiros. O objetivo é facilitar análises de crédito e favorecer crédito para a compra de insumos a 10 mil agricultores familiares⁶⁰. Na China, foi desenvolvida pela Bayer a plataforma digital *WeGrow*⁶¹, cuja utilização foi potencializada pela pandemia de Covid-19 como uma ferramenta de comunicação e assessoria técnico-agronômica. Soma-se a isso o sistema *GeoPotato* (em Bangladesh)⁶², o programa *FoodWings* em Gana⁶³, entre outras iniciativas.

O *Fieldview* agrega, em suas operações, um leque variado de parceiros incluindo corporações, startups, entre outros agentes, com atuação em distintos campos de atividades ligados à *agricultura digital*. A título de exemplo, vale citar empresas como IBM, Pro Solus, Agrosystem, Drone Deploy,

Horus, Farmbox entre outras. Um elemento importante no desenvolvimento e disseminação desta plataforma diz respeito à possibilidade de conexão com diferentes maquinários, viabilizada, sobretudo, através de um dispositivo chamado *FieldView Drive*⁶⁴. Hoje, a Bayer afirma que ele é compatível com mais de 80% dos modelos e marcas de equipamentos utilizados no Brasil (os demais precisam de alguma adaptação para garantir a compatibilidade). Destacam-se, aí, marcas como a CaseIH, Jacto, John Deere, Kuhn, Massey Fergusson, Metalfor, New Holland, Stara, Valtra, Challenge, Hidraferti, Horsch, entre outras.

A transformação digital, na narrativa da Bayer, figura como um passo fundamental na construção de uma agricultura de baixo carbono. É a tecnologia digital que permite a conexão da lavoura e das práticas agrícolas empregadas com o consumidor final, ampliando a transparência e o monitoramento da quantidade de carbono sequestrado na fase da produção. No portfólio de programas da Bayer, o *FieldView* se articula com o programa PRO Carbono⁶⁵, tendo em vista que a *agricultura digital* permite a “geração de mapa de carbono para uma gestão mais completa da propriedade”, favorecendo, segundo a empresa, a contabilização da captura de carbono.

4.3 John Deere Operations Center

Trata-se da plataforma digital, gratuita, oferecida pela John Deere, que reúne dados das máquinas, de operações e agrônômicas da propriedade, todos eles captados pelas máquinas John Deere, mas também através de equipamentos desenvolvidos por outros fabricantes. Por meio da plataforma, que funciona on-line, é possível coletar e gerenciar dados associados às operações e ao desempenho dos equipamentos, incluindo informações sobre máquinas, planos de trabalhos, operações comerciais, que são processadas através de diversas ferramentas de análises de dados. Trata-se de um aplicativo que funciona em *smartphones* e outros dispositivos e que permite planejar e integrar todas as atividades a serem realizadas. Segundo o slogan da John Deere: “Tá na mão. Tá conectado”⁶⁶.

59 Em alguns casos, a atuação da Bayer junto aos (às) agricultores (as) familiares envolve projetos de mais longa duração, tendo como foco central a transferência de tecnologias, incluindo, em seu escopo, a doação de insumos, equipamentos e a disponibilização gratuita de serviços de assistência técnica. A parceria estabelecida pela empresa com a Cooperativa de Produtores Rurais de Catitu no Norte de Minas Gerais, ilustra bem esse tipo de intervenção. Ver: <https://www.bayer.com.br/pt/midia/bayer-reforca-compromisso-agricultores-familiares-tecnologia-producao-alg-odao-norte-mg>. Acesso em: 12/07/2025.

60 Ver: https://www.business-standard.com/article/companies/bayer-ties-up-with-2-firms-to-help-10-mn-indian-farmers-in-digitalisation-12210200918_1.html. Acesso em: 25/07/2025.

61 Ver: <https://www.bayer.com/en/agriculture/digital-defense-against-covid-19>. Acesso em: 25/07/2025.

62 Este sistema busca orientar o manejo de doenças nos cultivos de batata, estimulando pulverizações preventivas, entre outras práticas de controle sanitário. Ver: <https://www.bayer.com/en/agriculture/article/geodata-with-geopotato>. Acesso em: 25/07/2025.

63 Este programa, que envolve um pacote tecnológico integrando sementes híbridas, herbicidas e inseticidas, tem por objetivo, segundo a Bayer, elevar a produtividade dos sistemas produtivos dos pequenos(as) agricultores(as). Ver: <https://www.bayer.com/en/ci/foodwings-franchise-model-enrolls-over-200-acres>. Acesso: 25/07/2025.

64 O *FieldView Drive* é um dispositivo (hardware) que, uma vez conectado à porta diagnóstica CAN (em inglês, *Controller Area Network*, ou seja, Área de Controle de Rede) de um dado equipamento, tem a capacidade de coletar, processar e interpretar os dados gerados pelas máquinas agrícolas. Uma nova versão desse dispositivo, o *FieldView Drive 2.0*, foi lançada pela Bayer nos Estados Unidos. Esta nova geração do equipamento busca oferecer maior capacidade de armazenamento e processamento de dados e uma conexão mais estável a campo. Esta nova versão do *FieldView* buscou facilitar, também, a leitura de dados oriundos de equipamentos projetados por diferentes empresas dispensando, ao que tudo indica, a utilização de um conversor separado. Ver: <https://revistacultivar.com.br/noticias/bayer-lanca-fieldview-drive-2-0-nos-estados-unidos>. Acesso em: 12/07/2025.

65 Ver: <https://www.bayer.com/pt/agricultura/pro-carbono>. Acesso em: 26/07/2025.

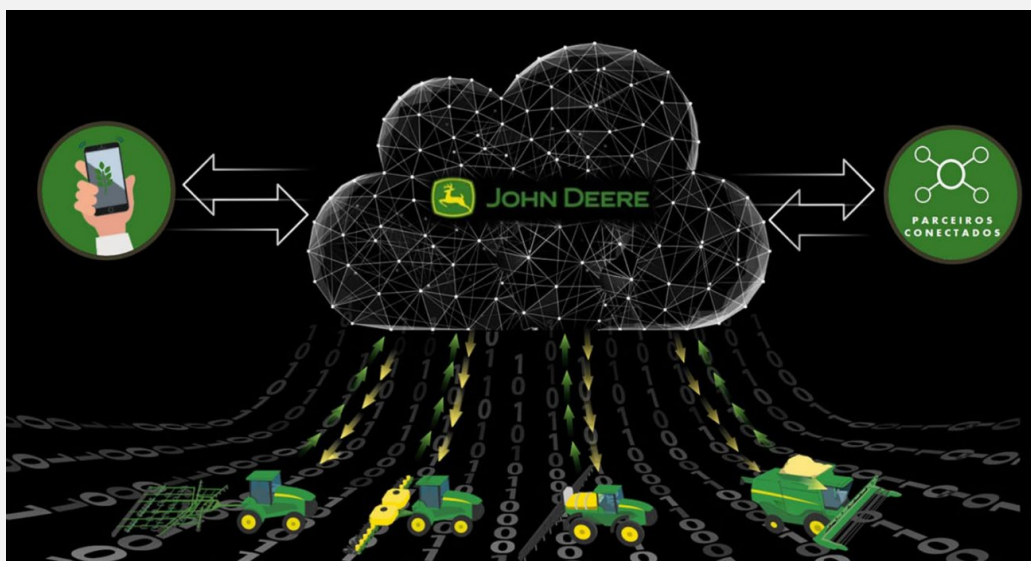
66 Ver: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precisão/gerenciamento-de-informações/operations-center/>. Acesso em: 26/10/2024.

As máquinas e equipamentos da John Deere se utilizam de instrumentos como o aprendizado de máquinas, algoritmos, robótica e automação, para realizar diagnósticos, fazer previsões e identificar anomalias que logo são transformadas em notificações enviadas ao produtor. A John Deere entende que esse dispositivo é capaz de permitir a visualização integral da fazenda desde um único local, possibilitar o planejamento e monitoramento integrado das operações, disponibilizar ao usuário informações em tempo real, sugerir intervenções otimizadas de acordo com as características do terreno, bem como de agilizar o processo de tomada de decisões por meio de cruzamento de diferentes parâmetros⁶⁷.

Os materiais publicitários do *John Deere Operations Center* procuram enfatizar a importância da análise de dados e informações no apoio à tomada de decisões nas unidades produtivas. Enfatizam as potencialidades da plataforma na coleta e sistematização de informações, no seu armazenamento de forma segura e privativa, bem como a capacidade de compartilhamento desses dados com outras plataformas ou *softwares* desenvolvidos por parceiros. Os usuários do *John Deere Operations Center* podem conectar atualmente suas contas com a *FieldView* e com a plataforma *Atfarm* da Yara, intercambiando informações com ambos.

Figura 4

Material publicitário da plataforma John Deere Operations Center



Fonte: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precis%C3%A3o/api-operations-center/>. Acesso em: 25/07/2025

As propagandas da plataforma *John Deere Operations Center* procuram enfatizar a praticidade e mobilidade que as tecnologias digitais proporcionam, permitindo que a lavoura e a propriedade sejam gerenciadas pelo agricultor remotamente, de qualquer lugar do mundo. A agricultura é concebida como uma atividade moderna,

gerenciada por agricultores empresários (bem-vestidos, relativamente jovens e com roupas limpas), proficientes no uso das novas tecnologias e capazes de tomar as melhores decisões, com base em evidências. A agricultura do futuro, por sua vez, é representada por uma lavoura monocultora de soja, verde, gerenciada a partir de di-

⁶⁷ Ver: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precis%C3%A3o/gerenciamento-de-informa%C3%A7%C3%B5es/operations-center/>. Acesso em: 25/07/2026.

ferentes dispositivos "tecnológicos", com baixo impacto ambiental e com uso otimizado de insumos. As tecnologias digitais são apresentadas como sendo o portal para

a agricultura do futuro e, num tom bastante semelhante ao da plataforma anterior, a "evolução" aparece como uma ideia central⁶⁸.

Figura 5

Material publicitário da John Deere Operations Center



Fonte: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precisão/gerenciamento-de-informações/operations-center/>. Acesso em: 26/10/2024.

Figura 6

Material publicitário da John Deere Operations Center



Fonte: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precisão/gerenciamento-de-informações/operations-center/>. Acesso: 25/07/2025

68 Na conta da John Deere na rede social Facebook, é possível visualizar o material publicitário da campanha "Viver em conexão é preciso, evoluir é inspirador". Ver: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=5110715372321648&id=981256808600879&set=a.384448608281599>. Acesso em: 28/05/2025. Esta campanha, lançada em 2022, buscou reforçar os três pilares estratégicos da cultura da empresa: pessoas, sustentabilidade e inovação tecnológica. De acordo com a gerente de marca corporativa da John Deere para a América Latina, um dos objetivos da campanha era "atrair pessoas para estarem próximas da John Deere no seu propósito principal de 'Trabalhar para que a vida possa avançar'". Ver: Grandes nomes da propaganda. <https://grandesnombresdapropaganda.com.br/anunciantes/john-deere-aborda-conexao-entre-as-relacoes-humanas-como-inspiracao/>. Acesso em: 24/07/2025.

A conectividade possibilita uma melhor operação e desempenho dos equipamentos e facilita o trabalho dos operadores, reduzindo bastante a necessidade de intervenção humana, no caso da automação. Através desse sistema é possível otimizar as atividades no campo, acelerando o tempo de operação na lavoura. Planos de serviços estendidos, contemplando manutenção regular, uso de peças especializadas e inspeções, permitem ao usuário reduzir o chamado "tempo de inatividade", ou seja, o período em que o sistema não está disponível para em função de problemas técnicos, manutenção, ou por qualquer outra razão. A tomada assertiva de decisão, o uso eficiente de insumos e a prevenção a riscos próprios do trabalho na agricultura aparecem, também, nesta plataforma, como objetivos a serem alcançados.

Este dispositivo de gestão permite ao usuário conectar diferentes tipos de dados e facilita a análise e cruzamento de informações produzidas no campo, permitindo a identificação dos produtos e práticas que geram um maior rendimento, bem como a busca de soluções para a otimização e intensificação da produção. Facilita, assim, a tomada de decisões proativas, voltadas à obtenção de lucros e resultados financeiros. Os principais instrumentos que balizam essas atividades são: os relatórios agrônômicos; os alertas e informes fornecidos pelo centro de notificações; a conexão entre diferentes *softwares*, facilitando o intercâmbio de informações entre diferentes dispositivos; a disponibilização de ferramentas de tratamentos de dados e de monitoramento, contemplando análises específicas para cada talhão (incluindo mapas com alta resolução); a definição de planos de trabalho por cultura e de esquemas de otimização do uso das máquinas no tempo e no espaço. Destacamos o papel do Centro de Soluções Conectadas, onde técnicos oferecem suporte em relação aos produtos John Deere e realizam monitoramento em tempo real das máquinas em operação.

A declaração de privacidade e dados da empresa determina que todos os dados coletados através deste sistema são compartilhados com todos os membros do Grupo John Deere, incluindo suas filiais e subsidiárias em todo mundo (totalizando 109 unidades espalhadas no globo). Os dados coletados incluem⁶⁹:

- Informações pessoais e de contato (identificação, endereço, informações demográficas como gênero e estado civil, localização por GPS);

- Informações sobre contas e transações financeiras (históricos de compra e serviços, solicitação de crédito, informações de seguro etc.);
- Informações de preferência e relacionamento (tipo de negócios, função comercial, informações da propriedade, interações com concessionários, distribuidores autorizados e parceiros de negócio);
- Computador, dispositivo, serviço on-line, mídia social, operações na internet (dispositivos utilizados, páginas visitadas e conteúdos de interesse);
- Dados de máquina, ou seja, dados gerados, coletados e armazenados em produtos ou equipamentos, ou em qualquer *hardware*, ou outro dispositivo, que interaja com produtos/equipamentos conectados à plataforma. No que concerne a esse grupo, destacam-se os dados operacionais que são aquelas informações coletadas através do uso das máquinas, incluindo configurações, informações sobre atividades e operações, detalhes dos talhões e área trabalhada, rotas utilizadas no deslocamento das máquinas e equipamentos, lavouras plantadas, produtividades, insumos utilizados, entre outros. A coleta e o cruzamento desses dados permitem a organização de todo um histórico de informações e relatórios.

O usuário assina uma Declaração de Serviços de Dados e Assinaturas⁷⁰ que estabelece o modo como os dados são gerenciados, possibilitando, também, que o cliente defina as permissões de sua conta. Contudo, além de ser um documento longo e cheio de termos técnicos, a John Deere define, com base na legislação aplicável, o tempo em que irá armazenar as informações do usuário, bem como as condições de acesso a dados e informações para a melhor prestação do serviço. Nesse sentido, a empresa aponta que esses dados podem ser compartilhados com suas empresas filiadas, fornecedores e distribuidores da John Deere, para que eles possam oferecer um melhor suporte ao usuário. Essas informações, adicionalmente, poderão ser mobilizadas no desenvolvimento de novos produtos e serviços e/ou na melhoria dos produtos existentes, possibilitando, ainda, um melhor aconselhamento ao cliente na utilização de diferentes produtos e serviços⁷¹. A John Deere pode, também, combinar os dados anônimos de

69 Ver: <https://www.deere.com.br/pt/privacidade-e-dados/index.html>. Acesso em: 15/07/2025.

70 Ver: <https://johndeere.widen.net/s/vsfwzgwtfw/john-deere-data-services-statement-pt>. Acesso em: 16/07/2025.

71 Ver: https://www.deere.com/en/privacy-and-data/data-services/?cid=VURL_trust&adobe_mc=MCMID%3D5611826685546189368058257570220475520%7CMCORGID%3D8CC867C25245ADC30A490D4C%2540AdobeOrg%7CTS%3D1730868947. Acesso em: 16/07/2025.

seus usuários e compartilhá-los de forma agregada com parceiros afiliados ou consultores.

Segundo o Relatório de Impacto Empresarial da John Deere de 2023⁷², atualmente a empresa tem uma cobertura global de 388 milhões de acres conectados, totalizando 650 mil máquinas e equipamentos. Ademais, a plataforma encontra-se disponível na Argentina, Brasil, Bolívia, El Salvador, México, Paraguai e Uruguai. Em 2022, o *Operations Center* alcançou, no Brasil, a marca de 15 milhões de hectares conectados⁷³.

Os equipamentos da John Deere, normalmente, são caros e focam em agricultores maiores e mais capitalizados. Contudo, a empresa possui alguns equipamentos de menor porte (como o utilitário 5090E) que, crescentemente, vêm sendo foco de programas de financiamento por parte dos governos. Sobre uma possível presença da plataforma junto a agricultores familiares no Brasil, podemos especular sobre a aquisição dos maquinários John Deere pelas faixas de menor renda por meio de programas de incentivo fiscal. O programa Trator Solidário⁷⁴, do governo do estado do Paraná, por exemplo, garante incentivo para a aquisição de maquinário agrícola pela agricultura familiar⁷⁵, e conta com equipamentos da John Deere⁷⁶. Tratores como o 5070E⁷⁷ cabinados, possuem *hardwares* compatíveis com os serviços de agricultura de precisão da John Deere⁷⁸, como o ATU 300 (sistema de monitoramento), o Receptor StarFire™ 6000 SF1 (receptor de sinal de GPS) e o Monitor 4240 (monitor instalado no próprio trator). Ou seja, são capazes de gerar dados que podem ser conectados à plataforma do *Operations Center*. O programa Mais Alimentos, por sua vez, iniciativa que auxilia via linhas de crédito no financiamento a agricultores e produtores rurais familiares beneficiários do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), conta com

incentivos para aquisição de maquinários da John Deere⁷⁹ compatíveis com a *agricultura digital*. Sendo assim, pode-se suspeitar da presença desta tecnologia junto a agricultores familiares⁸⁰.

A narrativa que vincula o desenvolvimento de uma agricultura de baixo carbono ao *Operations Center*, aparece mobilizada em entrevistas de funcionários da John Deere e em publicações da empresa disponíveis na internet. De acordo com a fala de Rodrigo Bonato⁸¹ por exemplo, diretor do Grupo de Soluções Inteligentes (ISG) da John Deere, a empresa caminha em direção a uma *Agricultura 5.0* ou *agricultura de decisão*, possibilitando uma maior eficiência e menor emissão de carbono⁸², tendo como horizonte o desenvolvimento de uma *agricultura verde*, com rastreabilidade da produção. No Relatório de Sustentabilidade 2021 da John Deere, a empresa cita o Programa Piloto de Carbono⁸³, que utilizou a coleta de dados para informar os agricultores sobre as oportunidades do mercado de carbono (e possibilidades de ganhos de crédito). Esta iniciativa teve início nos EUA, com 5.000 acres e 15 a 20 clientes, que utilizam culturas de cobertura e práticas de plantio direto para capturar carbono.

Na safra de 2023, a John Deere investiu na ampliação do acesso dos clientes a programas de sustentabilidade de terceiros, como o *RegenConnect* da Cargill - que se concentra em produtores de milho, algodão, trigo, soja, girassol, linhaça e sorgo - e o *US Cotton Trust Protocol* (Trust Protocol), nos Estados Unidos. Avançou, também, no desenho de um programa-piloto de certificação junto à Leading Harvest (organização sem fins lucrativos que oferece certificação de sustentabilidade), programa este que abrange 1,5 milhão de acres em 30 estados dos Estados Unidos. A John Deere, juntamente com a Nestlé, a Cargill e a Nutrien Ag Solutions, faz parte do conselho de fundadores da referida organização. A empresa associou-se, ainda, a uma iniciativa denominada *Low Carbon Feedstock*⁸⁴. O objetivo da John Deere, neste caso específico, é interferir na

72 Ver: <https://www.deere.com/assets/pdfs/common/our-company/sustainability/business-impact-report-2023.pdf>. Acesso em: 16/07/2025.

73 Ver: <https://news.agrofy.com.br/noticia/199808/john-deere-conecta-mais-2-milhoes-hectares-no-projeto-campo-conectado>. Acesso em: 16/07/2025.

74 Segundo o próprio site do programa, cerca de 12 mil tratores já foram adquiridos por agricultores familiares no estado. Para mais informações ver: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Trator-Solidario>. Acesso em: 10/07/2025.

75 "O programa Trator Solidário é destinado a pequenos produtores com propriedades entre 12 e 80 hectares (até quatro módulos fiscais) e renda bruta anual de até R\$ 500 mil, oriunda da atividade agrícola. Esse segmento responde por cerca de 40% a 45% da produção bruta do Estado. São pequenas propriedades exploradas, em sua maioria, pela própria família. Contudo, algumas delas empregam um trabalhador permanente e, nas épocas de pico de plantio, tratos culturais e colheita, podem contratar até dois trabalhadores temporários". Ver: <https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Trator-Solidario>. Acesso em: 26/07/2025.

76 Ver: <https://tratoresolidarioparana.com.br/>. Acesso em: 10/07/2025.

77 Ver: <https://www.deere.com.br/pt/tratores/s%C3%A9rie-5e-pequenos/5070e-cabinado-70cv/>. Acesso em: 10/07/2025.

78 Ver: <https://www.cbnmaringa.com.br/noticia/tecnologia-no-campo-nao-e-somente-para-os-grandes-produtores>. Acesso em: 15/07/2025.

79 Ver: <https://www.deere.com.br/pt/financiamento/mas-alimentos/>. Acesso em: 15/07/2025.

80 Ver: <https://diariocomercial.com.br/governo-cria-linha-para-maquinas-de-pequeno-porte-com-juro-de-25-ano/>. Acesso em: 15/07/2025.

81 Entrevista completa disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=7pKMCfX0jUc>. Acesso em: 16/07/2025.

82 Segundo Rodrigo Bonato, diretor do Grupo de Soluções Inteligentes (ISG) da John Deere, a importância do gerenciamento da frota (atividade disponível no *Operations Center*) se dá, entre outras coisas, pelo controle do combustível. "Controlando o consumo de combustível vocês já começa a pensar em créditos de carbono, em controlar emissões, ser mais eficiente nesse balanço energético" - fala disponível aos 15:00. Acesso em: 16/07/2025.

83 Informação disponível na página 34 do Relatório de Sustentabilidade 2021 da John Deere. Disponível em: <https://www.deere.com/assets/pdfs/common/our-company/sustainability/sustainability-report-2021.pdf>. Acesso em: 16/07/2025.

84 Informações disponíveis no Relatório de Impacto dos Negócios da John Deere em 2023. Ver: <https://www.deere.com.br/assets/pdfs/common/our-company/sustainability/business-impact-report-pt.pdf>. Acesso em: 16/07/2025.

criação de certificações e mecanismos de rastreabilidade da cadeia de valor. O programa-piloto envolveu cerca de 3.800 acres de cultivo de milho para a produção de etanol, utilizando práticas de conservação (integração de culturas de cobertura e práticas de cultivo mínimo, em faixa ou plantio direto). Foi possível alcançar, com isso, uma redução de 14% na intensidade de carbono (comparado com a média nacional). A John Deere tem agido para transformar isso em pagamento para os agricultores pela produção de grãos com baixa emissão de carbono.

O *Operations Center* possui 69 empresas/softwares conectados à plataforma que correspondem a serviços que podem ser incorporados e utilizados pelos usuários, compartilhando dados e informações. Para aumentar essa compatibilidade, a plataforma desenvolvida pela empresa utiliza linguagens de *software* abertas, possibilitando a ampliação do diálogo com outras empresas e startups que operam no setor agropecuário, incluindo empresas concorrentes na produção de maquinários como a Case e a New Holland.

4.4 Atfarm – Yara

Trata-se de uma plataforma digital de *agricultura de precisão*, direcionada ao monitoramento (via imagens de satélite) da biomassa dos talhões e à geração de mapas de aplicação (em taxas variáveis) dos fertilizantes nitrogenados desenvolvidos pela Yara, tornando seu manejo mais eficiente. A Yara, empresa norueguesa responsável pelo desenvolvimento desta plataforma, foi fundada em 1905, com o nome de Norsk Hydro. Em 2004, a divisão de fertilizantes da companhia foi desmembrada, passando a se constituir como uma empresa independente, a Yara International ASA. De acordo com a sua declaração de missão, a empresa tem como propósito “alimentar responsabilmente o mundo e proteger o planeta”⁸⁵. A Yara está presente, atualmente, em 140 países, com 26 plantas de produção e uma rede de mais de 10.000 distribuidores. Alcançou, em 2024, um lucro operacional de US\$ 686 milhões⁸⁶. O governo da Noruega, através do Ministério do Comércio, Indústria e Pesca, é um de seus principais acionistas⁸⁷.

A Yara aparece, em diferentes ranqueamentos, entre as cinco maiores empresas com atuação no mercado mun-

dial de fertilizantes, juntamente com CF Industries Holdings Inc., ICL Group Ltd., Nutrien Ltd. e a The Mosaic Company⁸⁸. Segundo informações disponibilizadas pela própria empresa em seu sítio web, “o Brasil desempenha um papel altamente estratégico nos negócios da Yara, sendo responsável por um terço do volume e um quarto do faturamento global da empresa. Isso significa interagir com mais de 25 mil produtores rurais”⁸⁹.

É importante destacar que o Brasil ocupa uma posição de relevância no mercado mundial de fertilizantes. Segundo informações divulgadas pelo MAPA⁹⁰, o país é responsável, atualmente, por 8% do consumo global desses insumos, tendo alcançado a quarta posição no ranking internacional, ficando atrás, somente, da China, da Índia e dos Estados Unidos. Em território nacional, o consumo de fertilizantes está concentrado em três grandes commodities: “soja, milho e cana-de-açúcar respondem por mais de 73% do consumo de fertilizantes no país”⁹¹. O Brasil é, também, um grande importador de fertilizantes intermediários, que são substâncias com baixo nível de processamento ou semiacabadas, utilizadas na fabricação de adubos formulados, entre outros produtos direcionados ao consumidor final. Mais de 80% dos fertilizantes consumidos no país são importados, evidenciando, segundo o MAPA, “um elevado nível de dependência externa em um mercado dominado por poucos fornecedores”⁹². De acordo com os dados sistematizados pela Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), no ano de 2024, o Brasil importou 41.348.204 toneladas de fertilizantes intermediários, sendo que a produção nacional deste mesmo produto alcançou, nesse mesmo ano, a marca de 7.219.368 toneladas⁹³. Esses dados reforçam a relevância do mercado brasileiro de adubos sintéticos para as grandes corporações que atuam globalmente nesse setor.

A indústria de fertilizantes caracteriza-se por ser altamente intensiva do ponto de vista energético, estruturando-se no entrelaçamento entre diferentes atividades econômicas, incluindo a mineração, a navegação de longo curso e

85 Ver: <https://www.yara.com/this-is-yara/mission-vision-and-values/>. Acesso em: 12/07/2025.

86 Ver: <https://www.yara.com/siteassets/investors/057-reports-and-presentations/annual-reports/2024/yara-integrated-report-2024.pdf>. Acesso em: 12/07/2025.

87 Ver: <https://www.yara.com/investor-relations/share-and-debt-information/shareholders/>. Acesso em: 17/07/2025.

88 Ver, por exemplo: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/fertilizers-market>. Acesso em: 12/07/2025.

89 Ver: <https://www.yarabrazil.com.br/sobre-yara/sobre-a-yara-brasil/>. Acesso em: 12/07/2025.

90 MAPA. Ver: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes/o-plano-nacional-de-fertilizantes>

91 MAPA. Ver: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes/o-plano-nacional-de-fertilizantes>. Acesso em: 13/07/2025.

92 MAPA. Ver: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/plano-nacional-de-fertilizantes/o-plano-nacional-de-fertilizantes>. Acesso em: 13/07/2025.

93 ANDA. Ver: <https://anda.org.br/recursos/#pesquisa-setorial>. Acesso em: 13/07/2025.

a indústria química. Formulações contendo nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), macronutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas, funcionam como o carro-chefe deste setor. O nitrogênio é o principal nutriente comercializado para fins agrícolas, geralmente na forma de ureia, um derivado da amônia cuja fórmula química é NH_3 . O processo industrial de síntese da amônia (Haber-Bosch) é altamente dependente de produtos da indústria petroquímica (como o gás natural), que são utilizados como fonte de hidrogênio, resultando na emissão de GEEs, sobretudo dióxido de carbono (CO_2).

Um estudo realizado em 2018 estimou que a cadeia produtiva de fertilizantes sintéticos nitrogenados respondia por 10,6% das emissões de GEEs na agricultura e 2,1% das emissões globais de GEEs, considerando toda a cadeia produtiva, desde a fabricação, até a aplicação do produto no solo (MENEGAT, LEDO e TIRADO, 2022, p. 1). As preocupações relativas às emissões geradas pelo setor ganham ainda maior relevância, à medida em que as séries históricas apontam para uma ampliação do uso global de fertilizantes, ainda que com variações ao longo do tempo⁹⁴. De acordo com a FAO, as emissões globais de N_2O associadas aos fertilizantes sintéticos aumentaram em 44%, entre 1990 e 2019 (FAO, 2021), levantando, portanto, uma série de questionamentos no que diz respeito à sustentabilidade ambiental desta cadeia produtiva.

Sobretudo a partir da crise capitalista global de 2008, o mercado internacional de fertilizantes tem sido afetado por diferentes tipos de instabilidades. Entre os fatores destacados na literatura como possíveis causas dessas flutuações (de preço e de oferta) cabe mencionar: a pandemia de Covid-19 (ETC, 2022), o conflito armado Rússia-Ucrânia (HASSEN e EL BILALI, 2022; SEIXAS, 2022) e a alta dos preços do gás natural (WONGPIYABOVORN e HART, 2024).

Atualmente, as grandes empresas de fertilizantes têm direcionado esforços no sentido de impulsionar novos fluxos de receitas acionando, para isso, diferentes estratégias: lançamento de novos produtos direcionados à agricultura orgânica, fabricação de fertilizantes à base de micronutrientes, desenvolvimento de soluções em *agricultura digital* e investimento em processos alternativos de produção

de amônia⁹⁵ (ETC, 2022, p. 44). Esses novos direcionamentos têm impulsionado, nos últimos anos, toda uma série de fusões e aquisições envolvendo diferentes empresas, como forma de ampliar sua base tecnológica, visando adaptar-se aos novos tempos⁹⁶.

Para a Yara, o uso de tecnologias digitais encontra-se associado a uma visão estratégia acerca do futuro da agricultura que se centra em três pilares: neutralidade climática, agricultura regenerativa e prosperidade (Yara, 2024). No ano de 2017, a Yara International ASA adquiriu uma empresa denominada Agronomic Technology Corp (ATC), reconhecida pela operação do software *Adapt-N*, ao que tudo indica, a principal plataforma de software para recomendações de nitrogênio para utilização em culturas agrícolas existente nos Estados Unidos, à época⁹⁷. Em 2019, em conjunto com a IBM⁹⁸, a Yara lançou uma iniciativa voltada ao desenvolvimento e comercialização de soluções tecnológicas em *agricultura digital*, visando combinar o conhecimento agrônomo da companhia, à experiência da IBM em plataformas digitais. Em uma apresentação disponibilizada na internet, intitulada "Transformando globalmente o futuro da agricultura: a parceria Yara-IBM" (em inglês, *Globally transforming the future of agriculture: Yara-IBM partnership*), datada de novembro de 2019⁹⁹, a Yara apresenta a *agricultura digital* como um elemento estratégico no cumprimento de sua missão, e como um pilar fundamental para o seu crescimento. As tecnologias digitais são pensadas como uma via de desenvolvimento que tem por objetivo: gerar mais alimentos, qualidade e sustentabilidade na agricultura; impulsionar o crescimento da empresa e a criação de valor; projetar o futuro no que diz respeito à nutrição das culturas agrícolas; buscar diferenciais e vantagens competitivas; multiplicar o conhecimento acumulado pela empresa em novas áreas.

Nesse mesmo ano, a IBM anunciava o lançamento da *Watson Decision Platform for Agriculture*, mobilizando o uso

95 A amônia verde é produzida a partir do chamado hidrogênio verde, fruto da eletrólise da água, utilizando fontes renováveis de energia. A amônia azul utiliza o gás natural em seu processo de industrialização, mas incorpora também, na sua fabricação, a captura e armazenamento de carbono, visando reduzir ou neutralizar as emissões de CO_2 . Ambos os processos têm sido apontados como uma alternativa à chamada amônia cinza (ou marrom), produzidas através do processo Haber-Bosch, bastante intensivo no uso de combustíveis fósseis. A eficiência e sustentabilidade, tanto da amônia verde como da amônia azul, têm sido objeto de estudos e questionamentos (MAYER, RAMIREZ, PEZZELLA; WINTER et al., 2023).

96 A crise climática e a transição rumo a uma matriz energética renovável aparecem, em destaque, no discurso da empresa.

97 Ver: <https://www.yarabrazil.com.br/noticias-e-eventos/press-releases/20222018---2203---yara-promove-prime-iro-hackathon-no-brasil-para-criacao-de-aplicativo22221>. Acesso em: 16/07/2025.

98 A International Business Machines Corporation (IBM) é uma empresa multinacional americana de tecnologias de informação, cuja trajetória remonta ao início do século XX. Sobre as origens da IBM, ver: <https://www.ibm.com/history/ctr-and-ibm>. Acesso em: 12/07/2025.

99 Ver: <http://www.firt.org/sites/default/files/Globally%20Transforming%20the%20Future%20of%20Agriculture.pdf>. Acesso em: 12/07/2025.

94 Segundo dados da FAO, entre 1961 e 2020, o uso de fertilizantes sintéticos cresceu em 1.000% para o nitrogênio, 370% para o fósforo e 380% para o potássio (LUDEMANN, WANNER, CHIVENG, DOBERMANN et al., 2024, p. 532), ainda que com oscilações considerando diferentes períodos.

da Inteligência Artificial (IA), capacidades avançadas em análise de dados (incluindo dados meteorológicos), IoT, computação em nuvem, entre outras inovações. As estratégias da IBM, em sua atuação no ecossistema alimentar ("da lavoura ao garfo", "da semente ao servidor"¹⁰⁰) não se restringe, no entanto, à produção agrícola, estendendo-se a uma série de outras atividades direta ou indiretamente relacionadas à agricultura e à alimentação. A empresa investiu, por exemplo, nos últimos anos, no desenvolvimento de soluções de *blockchain*, que visam assegurar a rastreabilidade de produtos alimentares, a exemplo da ferramenta *IBM Food Trust*¹⁰¹. Direcionou esforços, também, na criação de um software de suporte aos processos de decisão, voltado a pequenas e grandes empresas, o *Weather Signals*, que busca detectar a influência das variações meteorológicas e de temperatura nas atividades de transporte, armazenamento e venda de produtos alimentares¹⁰². O *Weather Signals* serve para indicar, por exemplo, "que em um tempo ensolarado aumenta o consumo de cerveja e refrigerante", mas que "em Nova Iorque o consumo de refrigerantes aumenta 16% e em Vermont somente 9%". De posse dessa informação, "um varejista utilizando o *Weather Signals* pode ajustar seu estoque" em conformidade com a demanda¹⁰³. Esse olhar mais atento sobre as ações da IBM no campo da *agricultura digital* parece reforçar a ideia de que a parceria estabelecida pela Yara é parte de um projeto mais amplo desenvolvido pela empresa em sua atuação no "ecossistema alimentar".

A parceria estabelecida entre a IBM e a Yara ganhou maior visibilidade no universo digital sobretudo nos anos de 2019 e 2020, momento em que se verifica, também, um forte investimento da Yara no desenvolvimento de soluções digitais. Mas é importante reforçar que, ao longo de nossa pesquisa, constatamos que as relações que estruturam o "espaço Agrotech" são complexas e bastante dinâmicas, o que torna difícil, por vezes, rastrear com precisão as múltiplas conexões que vão sendo estabelecidas entre as grandes corporações tradicionalmente vinculadas à produção de máquinas e insumos agrícolas e as grandes empresas de tecnologia. Não conseguimos identificar, por exemplo, no período mais recente, praticamente nenhuma

referência capaz de sinalizar a continuidade desse esforço colaborativo entre a Yara e a IBM. Mas nos parece importante registrar que o desenvolvimento, pela Yara, da plataforma *Atfarm*, guarda relação com um conjunto mais amplo de estratégias que buscam conectar as atividades da empresa a um processo mais amplo de digitalização da agricultura envolvendo, também, parceria, com atores relevantes no campo das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs).

Criada em 2018, a plataforma *Atfarm* é uma das soluções tecnológicas desenvolvidas pela Yara visando auxiliar os agricultores "a tomar decisões baseadas em dados sobre a nutrição do campo, desde a semeadura, até a colheita"¹⁰⁴. As funcionalidades incorporadas à plataforma incluem: (i) monitoramento dos cultivos por satélite; (ii) incorporação de nitrogênio em taxas variáveis; (iii) geração de mapas de aplicação de nitrogênio e, (iv) elaboração de planos de nutrição de plantas¹⁰⁵.

As peças de *marketing* e propaganda da Yara destacam a eficiência como o futuro da *agricultura digital*, trazendo, por exemplo, imagens de uma lavoura de algodão administrada por um aplicativo instalado em um *smartphone*. Entre as qualidades positivas da plataforma *Atfarm* são destacadas pelas peças publicitárias: a fácil utilização, o fato de que as recomendações da plataforma têm como fundamento o conhecimento econômico da Yara, a geração de recomendações "por talhão" e a utilização de "dados precisos, confiáveis e atualizados"¹⁰⁶.

A plataforma permite a definição de talhões monitorados por imagens de satélites de alta qualidade, atualizadas em um horizonte de tempo que vai de três a cinco dias, possibilitando a criação de mapas de aplicação de fertilizantes nitrogenados em taxa variável. O acesso à plataforma é gratuito (para *Android* e *iOS*), transformando o *smartphone* ou *tablet* em um aplicador conectado ao GPS.

100 Ver: <https://newsroom.ibm.com/IBM-watson?item=30660>. Acesso em: 10/02/2025.

101 Ver: <https://www.ibm.com/docs/en/app-connect/12.0.x?topic=applications-using-food-trust-app-connect-enterprise>. Acesso em: 10/07/2025.

102 Ver: <https://finance.yahoo.com/news/how-ibm-helps-retailers-make-money-when-the-weather-changes-201700793.html>. Acesso em: 12/07/2025.

103 Ver: <https://finance.yahoo.com/news/how-ibm-helps-retailers-make-money-when-the-weather-changes-201700793.html>. Acesso em: 12/07/2025.

104 Ver: <https://br.at.farm/sobre/#1702402591862>. Acesso em: 12/07/2025.

105 Ver: <https://br.at.farm/>. Acesso em: 16/07/2025.

106 Ver: <https://br.at.farm/>. Acesso em: 16/07/2025.

Figura 7

Propaganda da Yara Atfarm



Fonte: <https://br.at.farm/sobre/#1702402591862>. Acesso em: 27/10/2024.

Nas suas comunicações, a Yara anuncia que o futuro da *agricultura de precisão* reside na sua eficiência, passível de ser alcançada através do monitoramento das culturas (monitorando e percebendo divergências, bem como identificando áreas-problema) e da aplicação mais precisa de fertilizantes nitrogenados, considerando as variações do terreno. Por meio dessas práticas, é possível reduzir custos de produção e aumentar a produtividade. Chantal Ghannam, Diretora de Soluções Digitais da Yara, salienta o papel da *agricultura digital* na otimização do uso de recursos, elemento central na redução das emissões de carbono na agricultura: “A Yara está comprometida em promover a transformação do setor por meio da digitalização. Por isso, investimos cada vez mais em inovação aberta¹⁰⁷ e ferramentas digitais inovadoras e eficientes em termos de recursos, para que os agricultores possam produzir mais, otimizando os recursos que

já têm e, assim, cultivar um futuro alimentar positivo para a natureza, com escolhas inteligentes e de baixo carbono”¹⁰⁸.

No que concerne à política de privacidade da companhia¹⁰⁹, a Yara e suas subsidiárias colhem informações pessoais¹¹⁰, através de suas diferentes soluções digitais, incluindo: sites, softwares *on-line* ou para *download*, aplicativos móveis, páginas de redes sociais, entre outras. As informações captadas são utilizadas de diversas formas, visando a atingir distintos objetivos. Trata-se, em primeiro lugar, de atender, com qualidade, cada um dos clientes. Os dados colecionados e armazenados permitem também à Yara, estabelecer mecanismos de retroalimentação, visando à oferta de soluções adequadas aos diversos tipos de usuários e direcionar suas estratégias de marketing de acordo com o comportamento, características e preferências de diferentes perfis de consumidores.

¹⁰⁷ A noção de inovação aberta tem sido objeto de inúmeros debates e controvérsias nos estudos relacionados às novas economias do conhecimento e à construção de arranjos voltados ao desenvolvimento científico e tecnológico, nas mais diferentes áreas. Em linhas bastante gerais, a referência a processos de inovação aberta sugere que as empresas podem se beneficiar dos conhecimentos e capacidades desenvolvidos por um amplo conjunto de atores, podendo colaborar com outros negócios, empresas, startups, instituições de pesquisa (públicas ou privadas), gerando resultados positivos para os diferentes parceiros envolvidos (CAMILLETTI, 2025). Importante destacar, no entanto, que esse conceito não incorpora, necessariamente, indicações mais precisas acerca das formas de apropriação econômica e social dos benefícios gerados por essas inovações, e nem uma discussão mais detalhada sobre os mecanismos de responsabilização dos diferentes agentes que participam desses arranjos de inovação aberta, no que diz respeito aos eventuais efeitos negativos (econômicos, sociais, ambientais, culturais) gerados por essas tecnologias. Entende-se, aqui, que a referência ao conceito de inovação aberta não dispensa um debate mais aprofundado sobre as dimensões públicas envolvidas nos processos de inovação.

¹⁰⁸ Ver: <https://www.yarabrazil.com.br/noticias-e-eventos/press-releases/parceria-stara/>. Acesso em: 16/07/2025.

¹⁰⁹ Ver: Política de privacidade da Yara Digital Farming. Última atualização: 30/01/2019. Disponível em: <https://www.yara.com/privacy-and-legal/digital-farming-privacy/digital-farming-privacy-portuguese/#id-368417d-7-9cf1-42c7-8bc9-d890c4eefa2c>. Acesso em: 25/07/2025.

¹¹⁰ A política de privacidade da Yara identifica, como informações pessoais, diferentes tipos de dados incluindo: dados diretamente associados à pessoa do usuário (nome, CPF, informações demográficas e de contato etc.); dados financeiros e de transação (histórico de compras, informações bancária etc.); informações relativas às atividades agronômicas; dados gerados a partir do uso de *hardwares* e *softwares*; dados vinculados a contas em redes sociais; entre outros.

A empresa também coleta e utiliza determinados dados que, de acordo com a sua política de privacidade, não estão associados a uma identidade específica e não se relacionam a um indivíduo identificado ou identificável¹¹¹. Essas informações, categorizadas como “outras informações” incluem: dados agrônômicos e comerciais (solo, culturas agrícolas, uso de fertilizantes, clima, localização, condições de cultivo, dados de maquinário, entre outros), dados de *software* e *hardware* (tempo de conexão, tendências de uso etc.), informações coletadas por meio de *cookies* (ou outras tecnologias) e dados agregados. A Yara não qualifica essas informações como dados pessoais. Elas podem, portanto, ser divulgadas, compartilhadas com suas subsidiárias para qualquer finalidade, exceto quando a empresa for obrigada a fazer o contrário por força da lei. No texto em que estão descritas as práticas de privacidade adotada pela companhia, são elencados alguns exemplos de como essas informações podem ser utilizadas: na geração de aplicativos e mapas de nutrientes e índices de área cultivada; no fornecimento de medições de solo; na melhoria do conhecimento agrônômico por meio da análise regional de nutrientes; em pesquisa e desenvolvimento; na melhoria de produtos¹¹².

A plataforma está disponível na Argentina, Brasil e México. No caso da Argentina, além dos serviços oferecidos no Brasil, os agricultores têm acesso ao *N-Tester BT*¹¹³, um teste realizado através de um aparelho medidor, capaz de realizar uma leitura instantânea do conteúdo de clorofila presente nas folhas e, consequentemente, das demandas de nitrogênio das plantas cultivadas no momento da testagem, gerando recomendações de aplicação. Essas recomendações estão calibradas para o cultivo cereais de inverno, basicamente trigo e centeio.

Em notícia publicada no primeiro semestre do ano de 2021,¹¹⁴ a *Atfarm*, dois anos após seu lançamento no Brasil, alcançava a marca de mais de 15 mil usuários, com 9 mil propriedades conectadas, representando 2,83 milhões de hectares mapeados. Nesse mesmo ano, a ferramenta já estaria sendo utilizada em todo território nacional, com as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste concentrando a maior quantidade de usuários.

A Yara tem divulgado nos últimos anos, em seus diferentes relatórios, dados e projeções referentes ao número de “hectares digitalizados”, considerando a área agrícola total na qual os produtores estão utilizando, ativamente, as ferramentas e soluções digitais desenvolvidas pela empresa, em uma escala global. Em 2023, segundo o Relatório Integrado publicado pela companhia (em 2024), a cobertura total de hectares digitalizados vinculados globalmente à empresa chegava a 23 milhões de hectares. Em 2024, este número já alcançava um patamar equivalente a 24 milhões de hectares¹¹⁵. Chama bastante atenção, nesses números, a elevada meta estabelecida para o ano de 2025, de 150 milhões de hectares, registrada no Relatório Integrado referente ao ano de 2024¹¹⁶.

Como já foi observado anteriormente, os avanços da empresa no campo da *agricultura digital* têm sido impulsionados através de diferentes parcerias. Em 2023, a *Atfarm* e a *John Deere Operations Center* estabeleceram uma iniciativa conjunta visando combinar a expertise da Yara em tecnologias de precisão no setor de fertilizantes, e a maquinaria avançada da John Deere¹¹⁷. Assim, a plataforma *Atfarm* permitiria que os produtores acompanhassem o desenvolvimento da biomassa em suas lavouras, monitorassem a aplicação de fertilizantes e ampliassem o uso de mapas, sendo todos esses processos potencializados pelo sistema integrado desenvolvido pela John Deere, articulando diferentes máquinas e implementos. A partir de então, os dados e informações captados pela *Atfarm* passaram a ser compartilhados e compatíveis com a *John Deere Operations Center*.

Um ano antes, em 2022, a Yara e a Stara, indústria de máquinas agrícolas, já haviam firmado uma parceria voltada à “distribuição gratuita de licenças de uso por um ano da *Atfarm* para clientes Stara que produzem milho e trigo, ampliando sua cobertura.¹¹⁸ Com a tecnologia, os produtores poderiam aperfeiçoar o monitoramento de seus cultivos, otimizando a aplicação de fertilizantes nitrogenados¹¹⁹.

111 Ver: <https://www.yara.com/privacy-and-legal/digital-farming-privacy/digital-farming-privacy-portuguese/#id-4e6d9834-5653-4a7e-80f0-08ad27f85e4e>. Acesso em: 26/10/2024.

112 Ver: <https://www.yara.com/privacy-and-legal/digital-farming-privacy/digital-farming-privacy-portuguese/#id-4e6d9834-5653-4a7e-80f0-08ad27f85e4e>. Acesso em: 24/07/2025.

113 Para mais informações sobre o teste, veja: <https://www.atfarm.com/pt-br/n-tester/>. Acesso em: 24/07/2025.

114 Notícia disponível em: <https://www.agroplanning.com.br/2021/04/05/aplicativo-atfarm-da-yara-ja-conta-com-mais-de-15-mil-usuarios/>. Acesso em: 25/07/2025.

115 Ver: <https://www.yarabrazil.com.br/globalassets/yara-integrated-report-2024.pdf>. Acesso em: 24/07/2025.

116 Ver: <https://www.yarabrazil.com.br/globalassets/yara-integrated-report-2024.pdf>. Acesso em: 24/07/2025.

117 Ver: <https://www.yara.com/news-and-media/news/archive/2023/john-deere-and-yara-partner-to-increase-fertilization-efficiency/>. Acesso em: 25/07/2025.

118 Esta parceria foi construída no âmbito do projeto “Nutrir o Brasil”. Seu principal objetivo era impactar agricultores que produzem trigo e milho, ajudando-os a racionalizar o uso de fertilizantes e otimizar a eficiência de suas aplicações de nitrogênio. Segundo uma notícia publicada na revista *Terra & Cio - a voz do agronegócio*, “os resultados médios de ganho de produtividade são da ordem de 10%, nas pesquisas realizadas utilizando as curvas de calibração, o que representa aumentar a produtividade em 5 sacas por hectare em trigo e 10 sacas por hectare em milho, sem aumentar o custo do produtor, pois mantém a quantidade total de Nitrogênio aplicada.” Ver: <https://revistaterraecio.com.br/conteudo/yara-e-stara-firmam-parceria-para-distribuicao-de-licencas-de-uso-de-aplicativo-de-agricultura-de-precisao.html>. Acesso em: 25/07/2025.

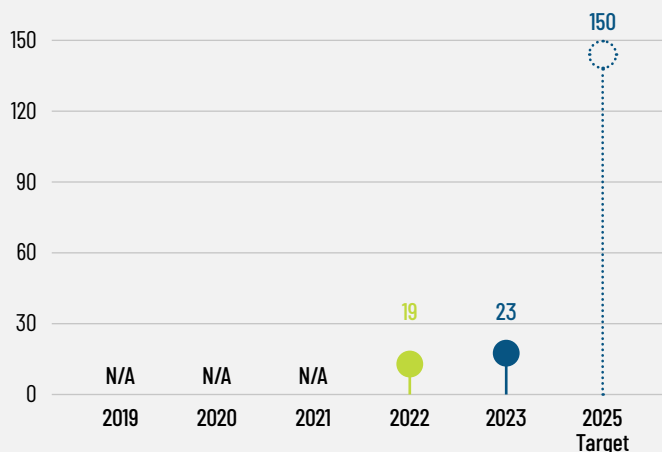
119 Ver: <https://www.yarabrazil.com.br/noticias-e-eventos/press-releases/parceria-stara/>. Acesso em: 28/10/2024.

Figura 8

Hectares digitalizados em âmbito global (2022 e expectativas para 2025)

Digitized Hectares

Million hectares



Fonte: Yara (2024).

Essa iniciativa buscava atingir até 5 mil produtores rurais, provendo o acesso às funcionalidades do *Atfarm*.

No centro da estratégia empresarial da Yara, conforme consta em seu Relatório Integrado de 2023, está a busca da neutralidade climática por meio de três frentes: reduzir suas emissões e ampliar sua produtividade, descarbonizar o transporte e energia e descarbonizar a agricultura. No que concerne a esse terceiro objetivo, ganha centralidade a promoção de uma agricultura regenerativa e orientada por princípios de sustentabilidade. Os bioestimulantes (produtos orgânicos e organominerais), bem como as soluções digitais, adquirem papel protagonista nessa transformação da agricultura do futuro.

Segundo notícia publicada no site AgFeed, de autoria de Alessandra Mello¹²⁰, a Varda, startup vinculada à Yara, teria a ambição de, através da plataforma *GlobalField Id*, mapear as lavouras do mundo, talhão a talhão. O principal objetivo dessa iniciativa seria criar uma infraestrutura básica "que permita posterior-

mente o compartilhamento de dados entre empresas, produtores rurais e demais instituições"¹²¹. O sistema não disponibilizaria dados de usuários, mas, sim, o mapa geográfico e um código único, passível de ser comparado a uma espécie de CEP. No momento em que realizamos a pesquisa, o sistema *GlobalField Id* já operava com um site próprio¹²², apresentando-se como um serviço de identificação de terras e fronteiras, passível de ser utilizado por todo o setor agroalimentar, visando possibilitar a localização e compartilhamento, de forma eficiente, de dados referentes a parcelas de terras (talhões) localizadas em diferentes regiões agrícolas, nos diferentes continentes.

4.5 As plataformas digitais e seus públicos: algumas reflexões preliminares sobre o lugar da agricultura familiar na nova "revolução digital" a partir do caso brasileiro

Como vimos ao longo do texto, as plataformas de *agricultura digital* buscam ajustar seus modos de funcionamento

¹²⁰ Ver: <https://agfeed.com.br/agtech/varda-startup-da-yara-quer-mapear-todas-as-lavouras-do-brasil-ate-2024/>. Acesso em: 24/07/2025.

¹²¹ Ver: <https://agfeed.com.br/agtech/varda-startup-da-yara-quer-mapear-todas-as-lavouras-do-brasil-ate-2024/>. Acesso em: 24/07/2025.

¹²² Ver: <https://www.varda.ag/global-field-id>. Acesso em: 24/07/2025.

e suas redes de distribuição de produtos e serviços a diferentes tipos de usuários. Ao mesmo tempo, é possível identificar na literatura, por parte de alguns autores (as), uma crescente preocupação no que diz respeito às possibilidades de inclusão dos (das) agricultores(as) familiares e pequenos(as) produtores nessa nova Revolução Digital. Como observam Buainain, Cavalcante e Consoline (2021):

Alguns consideram que a revolução digital abre novas oportunidades para os pequenos e médios produtores, já que contribui para superar algumas das desvantagens de escala, tem potencial para reduzir custos de transação, para conectá-los a mercados inalcançáveis atualmente, e assim por diante. Ainda que não pareça haver dúvidas de que oportunidades se abrirão também para pequenos e médios produtores/empresas rurais, também não parece haver dúvida sobre o potencial de exclusão deste processo, em particular para os produtores que não conseguirem se apropriar destas tecnologias e se inserir nas cadeias produtivas “digitais” que passarão a dominar as cadeias do agronegócio. (BUAINAIN, CAVALCANTE, CONSOLINE, 2021, p. 7)

Estes mesmos autores, chamam atenção para a heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira e para uma série de fatores, ligados ao que eles identificam como “condições de inovação”, que, combinados de diferentes maneiras, poderiam afetar a participação dos agricultores(as) familiares e pequenos(as) agricultores na Revolução Digital, incluindo: as características socioeconômicas dos produtores(as), seu grau de organização, o acesso à informação e à infraestrutura necessária à digitalização, o acesso às políticas públicas e a serviços de assistência técnica., entre outros.

De fato, a análise das três plataformas estudadas nesta pesquisa evidencia que seu público prioritário é a agricultura mais capitalizada, mecanizada e integrada às cadeias globais de *commodities*. A *Climate FieldView*, por exemplo, direciona-se principalmente ao agronegócio produtor de soja, milho e outras culturas de larga escala. O *John Deere Operations Center* concentra-se em equipamentos de alta tecnologia e elevado custo, enquanto a *Atfarm*, da Yara, foca em culturas voltadas à exportação, com forte monitoramento técnico e uso intensivo de fertilizantes.

Essa constatação, no entanto, não implica presumir que tais corporações ignorem outros públicos, como a agricul-

tura familiar. Ao contrário: embora ainda de forma preliminar, nossa pesquisa identificou distintas iniciativas voltadas a agricultores de menor escala e menos capitalizados. Cada empresa, à sua maneira, tem investido em ações voltadas a segmentos intermediários da agricultura familiar — especialmente aqueles com algum grau de inserção em mercados ou com potencial de tecnificação. A Bayer, por exemplo, mantém programas voltados a agricultores familiares em diferentes países, adaptados às realidades locais e a lavouras diversificadas. A John Deere, apesar do foco em máquinas de grande porte, oferece também equipamentos menores, frequentemente incluídos em políticas públicas de financiamento à mecanização da agricultura familiar. Já a Yara desenvolve iniciativas voltadas à concessão de licenças e ao acesso a tecnologias de monitoramento, visando produtores com potencial de aprimoramento técnico e uso de fertilizantes.

De forma geral, é possível observar que essas empresas avançam no *core* de suas atividades sem perder de vista outros segmentos que possam ser incorporados aos seus *portfólios* de clientes. A inclusão de segmentos da agricultura familiar tem o potencial de ampliação do *market share*, conferindo-lhes vantagens competitivas frente a seus concorrentes — o que se alinha a estratégias clássicas de criação de mercados. Observa-se, nesse contexto, o aproveitamento estratégico das políticas públicas de apoio à agricultura familiar — sobretudo aquelas voltadas ao crédito rural —, assim como a aposta em possíveis mudanças nos marcos regulatórios que favoreçam a expansão do uso de maquinários e insumos químicos nesses segmentos. Ademais, há também um objetivo de controle de informações. Como plataformas digitais, essas corporações dependem de um período inicial de arranque, em que a atração de um número expressivo de usuários é fundamental. Grande parte de sua vantagem competitiva decorre do acúmulo e do processamento de dados gerados pelas interações com os usuários e com os territórios em que atuam. Quanto maior o volume de dados, mais complexa e valiosa se torna a base de informações sob seu controle, reforçando sua posição estratégica por meio de efeitos de rede e da criação de barreiras à entrada. Por fim, não se pode ignorar a importância da construção de legitimidade por parte dessas empresas. Para além das práticas tradicionais de responsabilidade social corporativa e das diretrizes de governança ambiental, social e corporativa (ESG), torna-se essencial a adoção de iniciativas inclusivas, capazes de dialogar com as demandas sociais

contemporâneas de segurança alimentar e inclusão produtiva, de maneira a fortalecer o reconhecimento público de sua atuação.

É importante reforçarmos, contudo, que as principais rotas contemporâneas de digitalização do setor agropecuário brasileiro, contudo, apresentam barreiras à participação efetiva dos agricultores familiares, especialmente daqueles segmentos de menores dimensões, com sistemas diversificados ou agroecológicos. Como vimos, as plataformas digitais analisadas voltam-se, sobretudo, para agricultores integrados às cadeias produtoras de *commodities* visando à otimização da sua gestão e ao aumento da produtividade. São ferramentas voltadas ao monitoramento instantâneo da produção, à identificação dos problemas de forma rápida, à tomada rápida de medidas de proteção da produtividade e ao favorecimento do aumento de suas escalas de produção. Voltam-se, logo, para o atendimento das necessidades de processos produtivos corporativos, altamente mecanizados e voltados à exportação – como a soja, o milho, o algodão – e adotam a lógica de monocultivos intensivos no uso de insumos químicos e aplicada de forma, mais ou menos, padronizada a diferentes territórios. Miram assim um determinado segmento, restrito, da agricultura brasileira que está longe de esgotar a totalidade do universo amplo e heterogêneo dos agricultores familiares existentes.

Essa lógica produtivista, centrada em escalas extensivas e padronizadas, revela-se pouco compatível com a realidade heterogênea da agricultura familiar brasileira, que se caracteriza pela diversificação de culturas, pela adoção de práticas agroecológicas (territorializadas) e por uma dinâmica produtiva menos mecanizada. Em virtude de sua lógica e das variáveis sobre as quais se debruçam, tais plataformas mostram-se de difícil adaptação aos diversificados modos (e lógicas) de produção familiar, limitando sua utilidade nesse contexto. Ademais, a sua operacionalização depende da articulação e conexão de equipamentos complexos e caros (como colheitadeiras, tratores, drones, pulverizadores entre outro), que são interconectados em rede em tempo real.

Então, muito embora as tecnologias digitais e suas profundas integrações e retroalimentações possam apresentar um grande potencial de fortalecimento da gestão de sistemas produtivos diversificados da agricultura familiar (amenizando o trabalho árduo e pesado na agricultura) e/

ou no apoio da transição para sistemas agroecológicos, a realidade revela o enorme *gap* para a realização desse potencial. De fato, hoje as tecnologias digitais utilizadas pelos agricultores familiares, especialmente os diversificados que seguem práticas agroecológicas, se restringem prioritariamente àquelas mais simples, como celulares e redes sociais. São aplicadas, sobretudo, na comunicação direta com consumidores, na ampliação das trocas entre produtores e na articulação de redes de comercialização solidária. Essa constatação, embora revele um importante uso criativo e adaptado das tecnologias, também denuncia a ausência de soluções tecnológicas desenhadas com base nas realidades e lógicas produtivas desses agricultores. A expansão e o aproveitamento mais efetivos das tecnologias digitais pela agricultura familiar dependem fortemente da atuação de mediadores – técnicos, pesquisadores, extensionistas, cooperativas, organizações representativas, sindicatos ou organizações da sociedade civil – capazes de traduzir e expressar as lógicas, necessidades e objetivos dos sistemas agroecológicos e diversificados para os desenvolvedores de tecnologias. Sem essa mediação qualificada, corremos o risco de perpetuar e exacerbar a exclusão tecnológica que reforça desigualdades históricas no campo brasileiro.

Além dessas limitações técnicas e operacionais, persistem desafios estruturais profundos. Embora tenha apresentado avanços nos últimos anos, o ainda precário acesso à internet em áreas rurais, o baixo letramento digital constatado em parte significativa dos agricultores e o elevado custo das soluções tecnológicas de ponta constituem barreiras reais à inclusão digital no campo. Esses obstáculos são ainda mais acentuados pelo fato de que muitos desses agricultores familiares já vivem e produzem em regiões com carência de serviços básicos, como iluminação, saneamento e infraestrutura logística. Tais deficiências acumuladas agravam as desigualdades e limitam a capacidade desses agricultores de se inserirem nos circuitos digitais de comercialização, gestão e acesso à informação.

Destacamos, contudo, que o mais importante seja talvez o poder performativo dessas plataformas digitais que colaboram com a construção de uma *visão de futuro* para a agricultura. Essa narrativa dominante projeta um cenário em que a agricultura ideal seria altamente tecnológica, automatizada, com pouca mão de obra, intensiva em dados e com uso racional de insumos (logo, “sustentável”). A promessa de eficiência e sustentabilidade associada à digitalização reforça

a imagem de que apenas esse modelo é moderno, viável e ambientalmente responsável. Fica obscura nessa narrativa, contudo, o poder invisibilizador — e desqualificador — dos sistemas de produção familiar que não se enquadram nessa lógica. Por não se encaixarem nas variáveis das plataformas, esses sistemas são implicitamente classificados como ineficientes ou “não sustentáveis”. Essa exclusão simbólica tem efeitos concretos: reforça a marginalização de práticas sustentáveis alternativas, desvaloriza saberes tradicionais e bloqueia o acesso a recursos, políticas e reconhecimento institucional. É fundamental, portanto, construir outros imaginários alternativos sobre o que é — e o que deve ser — uma agricultura sustentável, inovadora e incluyente.

As tecnologias digitais voltadas ao campo precisam incluir valores de inclusão, diversidade e justiça social. Isso implica o fortalecimento de políticas públicas voltadas à conectividade rural, à formação em tecnologias apropriadas e à criação de plataformas abertas e democráticas, desenvolvidas com participação ativa dos próprios agricultores. A digitalização do campo precisa ser repensada a partir da diversidade dos territórios, das práticas e dos sujeitos que constroem a agricultura brasileira, e não ser conduzida exclusivamente pelas visões de técnicos de *startups* e desenvolvedores distantes da realidade rural.

5. Considerações finais:

alguns apontamentos gerais sobre as plataformas de *agricultura digital* e sua atuação no Brasil

As plataformas digitais, ao incorporarem em seus modos de funcionamento uma determinada visão da agricultura e dos processos de produção agrícola centrada, de modo geral, na produção de um conjunto reduzido de *commodities*, fortalecem, em seu estágio atual de desenvolvimento, sobretudo as grandes monoculturas de exportação. Como observa CAROLAN (2020a), referindo-se aos Estados Unidos: “as plataformas são ensinadas a ver apenas algumas variações através das monoculturas e entre monoculturas (...) encorajando os produtores a transformarem suas operações de forma a conformá-las com as necessidades das plataformas” (CAROLAN, 2020a, p. 1047).

As experiências dos agricultores(as), gerentes e trabalhadores(as), na sua relação com os processos ecológicos e com as práticas produtivas, passam a ser mediadas por representações digitais. Conhecimentos que antes eram considerados como constitutivos da experiência na agricultura (quando e como plantar, quando e como colher), transformam-se em serviços orientados por algoritmos e oferecidos pelas grandes corporações e seus parceiros. Ao mesmo tempo, o fazer da agricultura se afasta dos tempos e ciclos da natureza e passa a obedecer a ritmos empresariais, informados por meio de indicadores, gráficos e mapas. Eficiência, produtividade, uso otimizado dos insumos, são alguns dos principais objetivos a serem atingidos. Prescrições técnicas customizadas são oferecidas, também, como uma estratégia para minimizar riscos climáticos, em um cenário de grande incerteza.

A análise do material publicitário disponível na internet nos ajuda a compreender o papel desses dispositivos na disseminação de um novo imaginário sociotécnico. Isso se dá, em primeiro lugar, pelo fato de que as plataformas voltadas à gestão das unidades produtivas, garantem aos

produtores(as), gerentes e assessores(as) técnicos, uma verdadeira experiência de acompanhamento das operações agrícolas e tomada de decisões mediada por uma interface digital. Uma vez programados, esses dispositivos coletam instantaneamente informações dos equipamentos e instalações da fazenda em tempo real. Por meio de técnicas de análise de dados, utilizando IA e algoritmos, essas informações são processadas pela plataforma. As conexões com a assessoria técnica e empresas fornecedoras de insumos também podem ser estabelecidas em modo on-line. A imersão nesse ambiente digital envolve a utilização de uma nova linguagem e de novos descritores, demandando, portanto, um conjunto renovado competências e todo um percurso de aproximação e experimentação dessas novas soluções tecnológicas. Cursos on-line e feiras agropecuárias têm se constituído como canais importantes na disseminação dessas soluções digitais. Em 2018, por exemplo, a Revista Cultivar anunciava:

Pela primeira vez na Agrishow, em Ribeirão Preto (SP), a *Climate*(...) irá mostrar aos produtores e visitantes da feira os benefícios da plataforma *Climate Fieldview*. No estande, os participantes poderão entender o funcionamento da ferramenta por meio de uma projeção mapeada – uma maquete em 3D de uma fazenda – e, também, com o uso de óculos VR (realidade virtual). Quem estiver no evento poderá “testar” a ferramenta. Para isso, a empresa disponibilizará uma mesa com diferentes dispositivos que permitem que os visitantes entendam como ela funciona na prática, com casos reais de uso¹²³.

Nesse tipo de evento os usuários são convocados, não apenas, a conhecer os modos de funcionamento das platafor-

¹²³ Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/especial-agrishow-pela-primeira-vez-na-agrishow-climate-fieldview-apresenta-a-revolucao-digital-na-agricultura>. Acesso em: 24/09/2024.

mas, entre outras ferramentas digitais, mas a vivenciar um amplo conjunto de experiências de conexão com uma “agricultura do futuro”: palestras, laboratórios, espaços de demonstração de novas tecnologias, maratonas de programação (*hackatons*), são parte da programação. Nessa mesma direção, os ambientes virtuais estruturados pelas empresas na internet (sites, blogs, canais de vídeo, comunidades de clientes, entre outros), e que podem ser acessados em qualquer lugar via internet, buscam engajar usuários e potenciais clientes em uma jornada rumo ao futuro, pois “pode não parecer, mas uma das maiores revoluções agrícolas da história está acontecendo nesse instante – e os resultados disso já são realidade”¹²⁴. Várias ferramentas de comunicação são utilizadas para fomentar esse tipo de engajamento: bate-papos com especialistas, clientes e convidados; histórias de sucesso com “casos reais de lavouras que estão conquistando resultados extraordinários”¹²⁵; relatos de trajetórias¹²⁶, depoimentos dos operadores responsáveis pela utilização das máquinas no campo.

Entre as diversas vantagens associadas ao uso destas tecnologias anunciadas nos materiais publicitários das empresas, está a possibilidade de controlar a fazenda “de qualquer lugar do mundo”, como sugere a John Deere, inclusive “sem interromper o descanso”¹²⁷. O engajamento de mulheres e jovens na gestão de um empreendimento agrícola modernizado é um tema bastante trabalhado, sobretudo nos materiais de divulgação das plataformas da John Deere e da Bayer. Nas palavras do diretor de vendas da John Deere no Brasil, em um depoimento publicado em 2020 no canal Agrovevenda: “A evolução tecnológica da agricultura deixou o setor mais atrativo para os jovens (...) desta forma, conseguimos trazer o jovem de volta para o campo”¹²⁸.

Em termos econômicos, como destaca Amadeu (2022), “as plataformas se beneficiam dos efeitos de rede e das barreiras de entrada para organizar um sistema de interações a partir do zero” (AMADEU, 2022, p. 3). A implantação de qualquer plataforma requer um impulso muito grande para vencer o momento crítico que se apresenta em sua fase

inicial e potencializar os efeitos positivos gerados pela ampliação do número de usuários. As grandes empresas têm uma maior possibilidade de vencer estas barreiras, o que contribui para a concentração capitalista no setor. Ao mesmo tempo, uma vez implementada, a velocidade com que a plataforma amplia o número de assinantes, suas parcerias com outras empresas líderes e a área cultivada associada à ferramenta, opera também como barreira à entrada de novos concorrentes, reforçando a concentração dos mercados de serviços agropecuários. Por isso em seu “arranque inicial”, uma grande parte dessas plataformas possui planos ou assinaturas mais baratas e/ou gratuitas (*Climate Fieldview* e *Atfarm*).

Adicionalmente, esses dispositivos estão associados, também, a um modelo de negócios onde os dados (e seus produtores) se tornaram valor. Mais do que o serviço a ser prestado, o valor das plataformas e dos ativos de suas controladoras encontra-se vinculado aos imensos bancos de dados e informações obtidas com seus usuários. Tendo em vista o período ainda embrionário desses dispositivos e a dificuldade de obtenção de informações mais detalhadas sobre esse tema (o que demandaria uma pesquisa mais aprofundada), não foi possível, nesse texto, abordar em maior profundidade as economias envolvidas na produção e disponibilização dessas informações agrícolas. Mas não seria imprudente afirmar o quanto esse tema é sensível, envolvendo, também, a questão da segurança dos dados. O modelo de negócios incorporado a esses arranjos sociotécnicos aponta para um processo contínuo de coleta e processamento de dados proveniente dos usuários e para um permanente esforço no sentido de transformar esses dados em ativos, capazes de dinamizar novos ganhos econômicos. As normas relacionadas ao uso e acesso aos dados agrícolas, bem como os mecanismos de proteção e governança dessas informações, continuam se constituindo como pontos sensíveis, gerando inúmeras controvérsias, mesmo considerando a existência de termos de uso e declarações de privacidade, estabelecidos entre usuários e empresas, que buscam regular a utilização destas informações.

As plataformas de *agricultura digital* contribuem, também, para vincular os produtores rurais a outros atores, às redes de relações que conformam o “espaço Agrotech”, operando ativamente na estruturação de novos ambientes de interação e fluxos de mercado. Cada um dos dispositivos analisados opera em articulação com uma rede de

¹²⁴ Santos, A. F. Plantando o Futuro. *Climate FieldView*™. Ver: <https://blog.climatefieldview.com.br/plantando-o-futuro>. Acesso em: 28/09/2024.

¹²⁵ Ver: <https://blog.climatefieldview.com.br/>. Acesso em: 24/09/2024.

¹²⁶ Ver, por exemplo, a série Fazendas Digitais na FieldView TV, na plataforma Youtube. Ver: <https://www.youtube.com/playlist?list=PLA03sPA2NBS2om6aVYD0lxS-n5u5kHRL>. Acesso em: 24/09/2024.

¹²⁷ Ver: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precis%C3%A3o/gerenciamento-de-informa%C3%A7%C3%B5es/operations-center/>. Acesso em: 24/09/2024.

¹²⁸ Disponível em: <https://agrovevenda.com.br/conexao-john-deere-debate-sucesso-nas-empresas-do-agro/>. Acesso em: 28/09/2024.

parceiros e trabalha no sentido de potencializar novas conexões. Em suas campanhas publicitárias, a *Climate FieldView* reforça seu compromisso em: “oferecer um verdadeiro ecossistema de *agricultura digital*, através do qual os agricultores podem acessar um amplo e interconectado conjunto de ferramentas, serviços e dados em uma interface única”¹²⁹. A *John Deere Operations Center*, por sua vez, “permite o compartilhamento de dados com outras plataformas de *software*, bem como com parceiros de negócios ou consultores de confiança, de forma segura, utilizando uma linguagem padronizada”¹³⁰.

De modo geral, esses dispositivos têm a função de “conectar os desconectados” e potencializar, a todo o momento, novas conexões, removendo os obstáculos que impedem “a jornada das tecnologias dos laboratórios, até as unidades produtivas” (POTY e JOY, 2022). Contribuem, ao mesmo tempo, para disseminar a *agricultura digital* como um novo imaginário sociotécnico, transformando a produção agrícola em um empreendimento dinâmico e *high tech* e conferindo materialidade a um futuro que vai sendo performado à medida em que os usuários passam a aderir a essas soluções tecnológicas. Conforme sugerido pela campanha lançada pela *Climate FieldView* em 2023, “você se conecta e evolui”.

129 Ver: <https://climatefieldview.com.br/noticias/plataforma-climate-fieldview-fecha-parceria-com-startups-de-tecnologia-agricola-no-brasil/>. Acesso em: 25/07/2025.

130 Ver: <https://www.deere.com.br/pt/agricultura-de-precis%C3%A3o/api-operations-center/>. Acesso em: 25/07/2025

6. Referências bibliográficas

AMADEU, S. Quando as plataformas digitais chegam ao campo: as tendências do ruralismo digital e a uberização da agricultura. *Revista Ciências do Trabalho*, n. 21, pp. 1-5, 2022.

BAZZI, C. L.; SCHENATTO, K.; SOBJAK, R. Conceitos sobre Agro 4.0 e Indústria 4.0. In: DIAS, E. M.; DOURADO NETO, D.; SCOTON, M. L. R. P. D.; OLIVEIRA, D. H. de; et al.. *Agro 4.0: fundamentos, realidades e perspectivas para o Brasil*. Rio de Janeiro-RJ: Autografia, 2023. pp. 44-57.

BERTHOLO, Helder Callegari. *A digitalização da comercialização de soja no Brasil: um estudo sobre os desafios e oportunidades*. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal-SP, 2024. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/192a343d-128f-45af-8bcfa-85046cd429b/content>. Acesso em: 25/07/2025.

BIRNER, R.; DAUM, T.; PRAY, C. Who drives the digital revolution in agriculture? A review of supplyside trends, players and challenges. *Applied Economic Perspectives and Policy*, v. 43, n. 4, pp. 1260-1285, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1002/aep.13145>

BOLFE, E. L.; BARBEDO, J. G. A.; MASSRUHÁ, S. M. F. S.; SOUZA, K. X. S. de, ASSAD, E. D. Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A. et al. (ed.). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília-DF: Embrapa, 2020. Pp. 380-406. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126213/agricultura-digital-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao-nas-cadeias-produtivas>. Acesso em: 25/07/2025.

BRASIL, Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos-SAE. *Produção nacional de fertilizantes: estudo estratégico*. Brasília: SAE, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos-estrategicos/estudos-estrategicos-2/estudo-producao-nacional-de-fertilizantes-1>. Acesso em: 25/07/2025.

BRASIL – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. *Cenários e perspectivas da conectividade para o Agro – I* Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação. Brasília: MAPA/AECS, 2021.

BUAINAIN, A. M.; CAVALCANTE, P.; CONSOLINE, L. *Estado atual da agricultura digital no Brasil: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais*. Documentos de Projetos (LC/TS.2021/61). Santiago: CEPAL, 2021.

CABRAL, L. Embrapa and the construction of scientific heritage in Brazilian agriculture: sowing memory. *Development Policy Review*, n. 39, pp. 789-810, 2020. DOI - <https://doi.org/10.1111/dpr.12531>

CABRAL, L.; PANDEY, P.; XU, X. Epic narratives of the green revolution in Brazil, China, and India. *Agriculture and Human Values*, v. 39, n.1, pp. 249-267, 2022. DOI - <https://doi.org/10.1007/s10460-021-10241-x>

CAMILLERI, M. A. Cocreating value through open circular innovation strategies: a resultsdriven work plan and future research avenues. *Business Strategy and the Environment*, v. 34, n. 4, pp. 4561-4580, 2025. DOI - <https://doi.org/10.1002/bse.4216>

CAROLAN, Michael. Acting like an algorithm: Digital farming platforms and the trajectories they (need not) lock-in. *Agriculture and Human Values*, n. 37, pp. 1041-1053, 2020. DOI - <https://doi.org/10.1007/s10460-020-10032-w>

CAROLAN, Michael. Automated agrifood futures: robotics, labor and the distributive politics of digital agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, v. 47, n. 1, pp. 184-207, 2020. DOI - <https://doi.org/10.1080/03066150.2019.1584189>

CAROLAN, Michael. Digitization as politics: smart farming through the lens of weak and strong data. *Journal of Rural Studies*, v. 91, pp. 208-216, 2022.

CHERUBIN, M. R.; DAMIAN, J. M.; TAVARES, T. R.; TREVISAN, R. G. et al.. (2022). Precision agriculture in Brazil: the trajectory of 25 years of scientific research. *Agriculture*, v. 12, n. 11, pp. 1882, 2022. DOI -<https://doi.org/10.3390/agriculture12111882>

CHRISTENSEN, C. M.; McDONALD, R.; ALTMAN, E. J.; PALMER, J. E. Disruptive innovation: An intellectual history and directions for future research. *Journal of management studies*, v. 55, n. 7, pp. 1043-1078, 2018. DOI - <https://doi.org/10.1111/joms.12349>

DE SOUZA, Marcos Paulo Rodrigues; BIDARRA, Zelimar Soares. Política pública de apoio à agricultura digital. *Revista de Política Agrícola*, v. 31, n. 2, pp. 18-18, 2022.

DIAS, C. D.; JARDIM, F. & SAKUDA, L. O. *Radar Agtech Brasil 2023: mapeamento das startups do setor agro Brasileiro*. Brasília e São Paulo: Embrapa, SP Ventures e Homo Ludens, 2023. Disponível em: www.radaragtech.com.br. Acesso em: 24/08/2024.

EMBRAPA. *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/visao-de-futuro>. Acesso em: 28/07/2025.

EMBRAPA; SEBRAE; INPE. *Agricultura digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades – Resultados de pesquisa on-line*. Campinas: Embrapa-Inpe-Sebrae, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1127064>. Acesso: 25/07/2025.

ETC. *Food barons: crisis profiteering, digitalization and shifting power*. ETC Group – September 2022. Disponível em: https://www.etcgroup.org/files/files/food-barons-2022-full-sectors-final_16_sept.pdf. Acesso: 25/07/2025.

FAO. *Pesticides use and trade – 1990-2022*. FAOSTAT Analytical Briefs, n. 89. Rome: FAO, 2024. DOI - <https://doi.org/10.4060/cd1486en>

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2024 – Financing to end hunger, food insecurity and malnutrition*. Rome: FAO, 2024.

nutrition in all its forms. Rome: FAO, 2024. DOI - <https://doi.org/10.4060/cd1254en>

FONSECA, J., BONA, L., CORDEIRO, M. (eds.) (2023). *Agtech Report 2023*. Distrito. Disponível em: <https://materiais.distrito.me>. Acesso em: 34/08/2024.

FRANZISCUS, L.; CORY, J. R.; GERINI, L. L. Bayer vs Monsanto. In: REITER, T. (ed.) *Managing negotiations. A Case Book*. London and New York: Routledge, 2022. pp. 121-144.

FRAZEN, D.; MULLA, D. A history of precision agriculture. In: ZHANG, Q. (ed.) *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton-FL: CRC Press, 2016. pp. 1-19.

GAZOLLA, M.; AQUINO, J. R. de; GAIEVSKI, E. H. S. Mercados alimentares digitais da agricultura familiar no Brasil: dinâmicas durante e pós pandemia da COVID-19. *Mundo Agrário*, v. 24, n. 57, pp. 228-228, 2023. DOI - <https://doi.org/10.24215/15155994e228>

GOODMAN, D.; SORJ, B.; WILKINSON, J. *Da lavoura às biotecnologias: agricultura e indústria no sistema internacional*. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008.

GOODMAN, D. *Transforming agriculture and foodways. The digital-molecular convergence*. Bristol: Bristol University Press, 2023.

HASSEN, B.; EL BILALI, H. (2022) Impacts of the Russia-Ukraine war on Global Food Security: towards more sustainable and resilient food systems? *Foods*, n. 11, Article 2301. <https://doi.org/10.3390/foods11152301>

HÜTTMANN, J. S. *Digital Coffee: upgrading opportunities for coffee producers in Brazil*. Master Thesis (MSocSc - Organizational Innovation and Entrepreneurship). Copenhagen Business School, Copenhagen-Denmark, 2020. Disponível em: https://research-api.cbs.dk/ws/portal/files/portal/62176848/860021_juliahuetmann.pdf. Acesso em: 25/07/2025.

JASANOFF, S., & KIM, S. H. Containing the atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea. *Minerva*, 47, p.p. 119-146, 2009. DOI - <https://doi.org/10.1007/s11024-009-9124-4>

JANK, M. S.; GILIO, L.; CAMPOS, M. A.; CARDOSO, V. M.; COSTA, C. C. da O futuro do comércio global do agronegócio e a inserção do Brasil. *Comércio Internacional*, set/2023. Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2023/10/comercio-global-agronegocio-insper.pdf>. Acesso em: 26/07/2025.

JASANOFF, S., & KIM, S. H. (eds.) *Dreamscapes of modernity: sociotechnical imaginaries and the fabrication of power*. Chicago and London: University of Chicago Press, 2015.

KATO, K.; KORTING, M. S.; SCHMITT, C. J.; SOUSA, O. S. de. Imaginarios sociotécnicos y digitalización de la agricultura en Brasil: reflexiones a partir de tres plataformas de agricultura digital. In: LE COQ, J. F. et al. *Transición digital en agricultura y políticas públicas en América Latina*. Rio de Janeiro: E-papers, 2024. pp. 585-613.

KNICKEL, K., BRUNORI, G., RAND, S., PROOST, J. Towards a better conceptual framework for innovation processes in agriculture and rural development: from linear models to systemic approaches. *Journal of Agricultural Education and Extension*, v. 15, n. 2, pp. 131-146, 2009.

LANEY, D. 3-D data management: Controlling data volume, velocity and variety. *Stamford: META Group Inc*, n. 1, 2001.

LUDEMANN, C. I.; WANNER, N.; CHIVENG, P.; DOBERMANN, A. A global FAOSTAT reference database of cropland nutrient budgets and nutrient use efficiency (1961-2020): nitrogen, phosphorus and potassium. *Earth System Science Data*, v. 16, n. 1, pp. 525-541, 2024. DOI - <https://doi.org/10.3390/foods11152301>

MADAKAM, S.; RAMASWAMY, R.; TRIPATHI, S. Internet of Things (IoT): A literature review. *Journal of Computer and Communications*, v. 3, n. 5, pp. 164-173, 2015. DOI - <http://dx.doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>

MARQUES, L. *O decênio decisivo: propostas para uma política de sobrevivência*. São Paulo: Elefante, 2023.

MARTINS, H. Tecnologia, modernidade e política. *Lua Nova: revista de cultura e política*, pp. 279-322, 1997.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., LEITE, M. A. de A.; BOLFE, E. L. In: DIAS, E. M.; DOURADO NETO, D.; SCOTON, M. L. R. P. D.; OLIVEIRA, D. H. de et al. *Agro 4.0: fundamentos, realidades e perspectivas para o Brasil*. Rio de Janeiro-RJ: Autografia, 2023. pp. 58-77.

MASSRUHÁ, S. M. F. S., LEITE, M. A. de A., LUCHIARI JUNIOR, A.; EVANGELISTA, S. R. M. A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; OLIVEIRA, S. R. de M.; MEIRA, C. A. A., LUCHIARI JUNIOR; BOLFE, E. L. (ed.). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília-DF: Embrapa, 2020. pp. 20-45.

MAYER, P.; RAMIREZ, A.; PEZZELLA, G.; WINTER, B. et al. Blue and green ammonia production: A techno-economic and life cycle assessment perspective. *IScience*, v. 26, n. 8, 2023. DOI - <https://doi.org/10.1016/j.isci.2023.107389>

MAZOYER, M.; ROUDART, L. *História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea*. São Paulo: Editora UNESP; Brasília-DF: NEAD, 2010.

MENEGAT, S.; LEDO, A.; TIRADO, R. Greenhouse gas emissions from global production and use of nitrogen synthetic fertilizers in agriculture. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, pp. 14490, 2022. DOI - <https://doi.org/10.1038/s41598-022-18773-w>

MESQUITA, C. de M. *Infra estrutura da agricultura de precisão no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja. Documentos - 130, 1999. 107 p.

MONTEIRO, L.; LEITÃO, F. O.; DELGROSSI, M. E. Uso do E-Commerce na comercialização dos produtos da agricultura familiar: uma revisão sistêmica de literatura. *Informe Gepec*, v. 26, n. 3, p. 323-341, 2022. DOI - <http://dx.doi.org/10.48075/igepec.v26i3.29808>

- PATEL, R. (2013). The long green revolution. *The Journal of Peasant Studies*, v. 40, n. 1, 2013. pp. 1-63. DOI - <http://dx.doi.org/10.1080/03066150.2012.719224>
- PAULINELLI, A.; RODRIGUES, R. Alimento e Sociedade no Brasil: futuro comum que se constrói agora. In: VIEIRA, P. A.; CONTINI, E.; HEZ, G. P.; NOGUEIRA, V. G. de C. *Geopolítica do Alimento: o Brasil como fonte estratégica de alimentos para a humanidade*. Brasília, DF: Embrapa, pp. 15-25, 2019.
- PHAM, Xuan; STACK, Martin. How data analytics is transforming agriculture. *Business Horizons*, v. 61, n. 1, p.p. 125-133, 2018. DOI - <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.09.011>
- PILLON, C. N. Dos pós de rocha aos remineralizadores: passado, presente e desafios. Pillon, C. N. Anais: III Congresso Brasileiro de Rochagem. Embrapa Clima Temperado, 2017. Pp. 16-20.
- POTI, S., & JOY, S. Digital platforms for connecting actors in the agtech space: insights on platform development from participatory action research on KisanMitr. *Journal of Indian Business Research*, v. 14, n. 1, pp. 65-83, 2022. DOI - <https://doi.org/10.1108/JIBR-04-2021-0145>
- ROJKO, A. Industry 4.0 concept: background and overview. *International Journal of Information Management*, v. 11, n. 5, pp. 77-90, 2017. DOI - <https://doi.org/10.3991/iji.m.v11i5.7072>
- SEIXAS, M. A. A crise dos fertilizantes e o aumento da insegurança alimentar global Impactos do conflito Rússia-Ucrânia no mercado de commodities agrícolas (Nt 43): Série Diálogos Estratégicos-Mercados Internacionais). *Série Diálogos Estratégicos-Mercados Internacionais*, Embrapa, 2022.
- SINGH, R. From unique to ubiquitous: the journey of a farming platform . Climate.com. [Online. Inexistente], 2020. Disponível em: <https://climate.com/tech-at-climate-corp/the-journey-of-a-farming-platform/>. Disponível de 13 de novembro de 2020 a 20 de janeiro de 2025.
- SILVA, C. M. D. Entre Fênix e Ceres: a grande aceleração e a fronteira agrícola no Cerrado. *Varia Historia*, n. 34, pp. 409-444, 2018. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/0104-87752018000200006>
- TELES, M. G. de A; SOUSA, R. A. D. de. Agronegócio e a uberização no campo: a realidade de Petrolina-PE. *Revista GeoNordeste*, v. 34, n. 1, pp. 149-164, 2023. DOI - <https://seer.ufs.br/index.php/geonordeste>
- TITONELL, P. Ecological intensification of agriculture – sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, n. 8, pp. 53-61, 2014. DOI - <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.08.006>
- TRENDOV, M. N.; VARAS, S.; ZENG, M. *Digital technologies in agriculture and rural areas. Status Report*. Rome: FAO, 2019. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/0bb5137a-161c-4b7c-9257-3d4d5251b4bf/content>. Acesso em: 24/07/2025.
- VOGLIANO, S.; RIBEIRO, S.; VILLA, V. *Plataformas agrodigitales: sometimiento tecnológico de la agricultura y la alimentación*. Mexico: Grupo ETC, 2022.
- WILDE, S. D. (ed.) *The future of technology in agriculture*. STT Netherlands Study Centre for Technology Trends. STT publication n. 81., 2016. Disponível em: <https://stt.nl/media/pages/english-profile-publications/c3328f839b-1621328065/stt81.the-future-of-technology-in-agriculture.pdf>. Acesso em: 26/07/2025.
- WILLETT, W.; ROCKSTRÖM, J.; LOKEN, B. ; SPRINGMANN, M.; LANG, T.; VERMEULEN, S. et al.. Food in the Anthropocene: the EAT–Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. *The Lancet*, v. 393, n. 10170, pp. 447-492, 2019. DOI- [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(18\)31788-4](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(18)31788-4)
- WONGPIYABOVORN, O.; HART, C. Examining the factors of fertilizer pricing. *Journal of the Agricultural and Applied Economics Association*, v. 3, n. 3, p. 572-583, 2024. DOI- <https://doi.org/10.1002/jaa2.133>
- WORLD BANK. *Future of Food. Harnessing digital technologies to improve food system outcomes*. Washington: World Bank, 2019. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/52f37cc-3-66c3-5fd0-aa51-85a5823c64f7>. Acesso em: 26/07/2025.
- XU, L. D., XU, E. L. & LI, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, v. 56, n. 8, pp. 2941-2962. DOI - <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1444806>.
- YARA. Yara Integrated Report 2023: building resilience and a nature-positive food future. Yara, 2024. Disponível em: <https://www.yara.com/siteassets/investors/057-reports-and-presentations/annual-reports/2023/yara-integrated-report-2023.pdf>.
- ZAMBON, I., CECCHINI, M., EDIGI, G., SAPORITO, M. G., COLANTONI, A. (2019). Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs. *Processes*, v. 7, n. 36, pp. 1-16, 2019. DOI - <https://doi.org/10.3390/pr7010036>



Quando a “revolução digital” atravessa a porteira:

transformações da agricultura e o sistema
agroalimentar em tempos de plataformação



■■■ HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
25 ANOS
no BRASIL

 **FAPERJ**
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro

 **GEMAP**
GRUPO DE ESTUDOS EM AVALIAÇÃO SOCIAL,
AGRONOMIA E POLÍTICAS PÚBLICAS

o'ba20 anos