

Política pública de apoio à agricultura digital¹

Marcos Paulo Rodrigues de Souza²
Zelimar Soares Bidarra³

Resumo – Este estudo traçou, com base em dados extraídos das plataformas web do governo federal, um panorama geral da política pública federal de apoio à transformação digital na agropecuária brasileira. Os resultados apontam que o fenômeno da agricultura digital (Agro 4.0) motivou o governo federal a instituir o CT-Agronegócio, o Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, a Lei Geral de Proteção de Dados, o Plano Nacional de Internet das Coisas e a Comissão de Agricultura de Precisão e Digital. Essas ações, juntamente com a atuação da Embrapa Informática Agropecuária, do BNDES Piloto IoT, da Câmara do Agro 4.0, do Programa Ater Digital e do Programa Agro 4.0, visam estimular o desenvolvimento de tecnologias digitais e melhorar a fluidez de sua adoção pelos atores da agropecuária brasileira. Porém, embora existam inúmeros benefícios, são necessários avanços no sentido de incluir no processo os produtores – familiares, pequenos, médios e grandes – e trabalhadores rurais, bem como seus familiares. São necessários investimentos específicos em infraestrutura de conectividade e estímulos à capacitação profissional dos atores no uso de tecnologias digitais, com vistas a minimizar os impactos no mundo rural e no mercado de trabalho no campo. Além disso, os governantes devem fomentar o desenvolvimento de soluções tecnológicas digitais para os problemas de produção e gestão na atividade rural adaptadas aos diversos perfis de produtores rurais, promover a adoção de tecnologias digitais em todas as regiões do País e criar um ambiente institucional seguro para o uso de dados pelas tecnologias do Agro 4.0.

Palavras-chave: agricultura, inovação, pecuária, programa, tecnologia digital.

Public policy in support of digital agriculture

Abstract – This study aimed to provide an overview of the federal public policy to support digital transformation in the Brazilian agriculture, based on data extracted from the federal government web platforms. The results show that the phenomenon of digital agriculture (Agro 4.0) motivated the federal government to institute the CT-Agronegócio, the legal framework for science, technology and innovation (Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação), the general data protection law (Lei Geral de Proteção de Dados), the national plan for the internet of things (Plano Nacional de Internet das Coisas), and the commission for the precision and digital agriculture (Comissão de Agricultura de Precisão e Digital). These actions and the joint performance of Embrapa Informática Agropecuária, BNDES Piloto IoT, the Câmara of Agro 4.0, the Programa ATER Digital, and the Programa Agro

¹ Original recebido em 17/6/2021 e aprovado em 21/12/2021.

² Doutorando em Desenvolvimento Regional e Agronegócio. E-mail: marcos.paulo@unespar.edu.br

³ Doutora em Educação. E-mail: zelimar@yahoo.com.br

4.0, aim to encourage the development of digital technologies and to improve the fluidity of their adoption by the actors of the Brazilian agriculture and livestock. Nevertheless, despite the numerous benefits, progress is needed in the sense of including producers – family, small, medium and large –, and rural workers as well as their families in this process. Specific investments in connectivity infrastructure and incentives for the professional training of actors in the use of digital technologies are needed, to minimizing the impacts on the rural world and on the rural labor market. In addition, government officials should promote the development of digital technological solutions to the problems of production and management of the rural activity, which are adapted to the different profiles of rural producers, besides promoting the adoption of digital technologies in all regions of Brazil and creating a safe institutional environment for the use of data through Agro 4.0 technologies.

Keywords: agriculture, innovation, livestock, program, digital technology.

Introdução

Desde a década de 1990, a agropecuária no Brasil é influenciada por um novo modelo de produção, fundamentado no intenso uso de inovações científico-tecnológicas, na maior participação de companhias multinacionais e na comercialização da produção em âmbito global, o que impacta profundamente os espaços rurais produtivos (Santos, 2018).

A crescente demanda por alimentos e bioenergia tem pressionado os produtores rurais a buscarem alternativas para ampliar a produção e a produtividade, o que não é apenas local, mas global. Nesse sentido, exige-se do agropecuarista a otimização de recursos, sejam eles naturais, financeiros e mesmo humanos, com vistas a atender às necessidades da atual e das futuras gerações. Diante disso, uma alternativa é a adoção de inovações tecnológicas – de tecnologias digitais, mais precisamente.

No setor primário (agricultura e pecuária), a capacidade de inovar é essencial para se manter competitivo num mercado de concorrência global. A adoção de novas tecnologias tem sido fundamental para alcançar maiores índices de produtividade com sustentabilidade e para o desenvolvimento econômico. Diante do desafio de produzir alimentos de maneira sustentável, o processo de produção agrícola deve integrar conhecimentos agrônômicos, máquinas agrícolas modernas e tecnologias digitais (Basso et al., 2019).

O papel do Brasil nesse contexto é fundamental, já que o País é reconhecido por sua excelência na geração de conhecimento aplicado à produção agropecuária. Nessa temática, é importante ressaltar que a inovação na agricultura precisa de um arcabouço institucional que seja capaz de produzir conhecimento público, de ampliar oportunidades de geração de tecnologia e de estimular os agentes na produção e acúmulo de conhecimentos (Vieira Filho, 2012).

Novas tecnologias têm sido desenvolvidas e implementadas na agricultura e na pecuária para enfrentarem questões climáticas, sanitárias, organolépticas, mercadológicas e relacionadas à gestão da mão de obra. Esse paradigma tecnológico envolve Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), inteligência artificial, Internet das Coisas/IoT (Internet of Things), plataformas de computação na nuvem, mídias sociais, big data e ciência de dados, realidade virtual, realidade aumentada, robótica, aprendizado de máquina, biotecnologia, nanotecnologia e bioinformática. Esse fenômeno, conhecido como Agricultura Digital ou Agro 4.0 está revolucionando o trabalho no campo, com a combinação do uso de hardware, software e ferramentas digitais para análise de dados do mundo rural (Moura, 2019; Vieira, 2019; Massruhá et al., 2020).

Estudo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e do Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (Inpe) revelou que 84% dos agricultores brasileiros já adotam pelo menos uma tecnologia digital como

ferramenta de apoio na produção agrícola. Os resultados do estudo apontam que a facilidade de comunicação e de acesso à informação, proporcionada pela internet, são a porta de entrada para introduzir o agricultor a novas tecnologias, como aplicativos de celular e drones. Além disso, o estudo aponta que os agricultores sentem falta de soluções tecnológicas que possam melhorar o planejamento e a gestão da propriedade rural, que devem surgir, principalmente, por meio de aplicativos e plataformas web, mas também via inovações em sensores e outros equipamentos e técnicas mais avançadas, como inteligência artificial, IoT, automação, robótica, big data, criptografia e *blockchain*. (Agricultura..., 2020).

A literatura sobre essa temática é incipiente e, portanto, faz-se necessário conhecer as iniciativas do poder público federal no Brasil diante dos desafios da agropecuária quanto à adoção de tecnologias digitais. Assim, pretende-se buscar resposta ao seguinte questionamento: quais são os programas e ações implementados pelo poder público federal que incentivam o desenvolvimento de tecnologias digitais e sua adoção pelos atores da agropecuária no Brasil? Por conseguinte, o objetivo do estudo é descrever a política pública, desenvolvida no âmbito federal, de apoio à transformação digital na agropecuária brasileira.

Segundo estimativas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), as iniciativas que abrangem a agricultura digital devem movimentar cerca de US\$ 21 bilhões em negócios nas áreas de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) no Brasil (Camargo, 2019). Desse modo, mapear a política pública federal desenvolvida sobre o tema pode ser útil na disseminação de conhecimentos, tornando as tecnologias digitais acessíveis também aos agricultores familiares e aos pequenos e médios produtores rurais.

Metodologia

Este estudo, de caráter exploratório-descritivo, explora e descreve a política pública federal

e ações governamentais implementadas para estimular a adoção de tecnologias digitais pelos produtores rurais brasileiros. Ressalta-se que o objetivo aqui não é esgotar o assunto, mas traçar um panorama geral sobre as iniciativas do poder público federal diante do fenômeno do Agro 4.0 no País.

Os dados foram extraídos das plataformas web do governo federal. Para análise e discussão da política pública em questão, foram utilizados estudos sobre a temática de inovações tecnológicas que estão relacionadas com a agricultura digital.

Resultados

Os primeiros registros de iniciativas do poder público relacionadas com as questões que envolvem tecnologia e inovação no campo ocorreram na década de 1970 quando foi criada a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), por meio da Lei Federal nº 5.851/1972 (Brasil, 1972).

A constituição da Embrapa foi uma importante ação na promoção do desenvolvimento tecnológico agrícola no Brasil, já que a principal função da pesquisa pública na agricultura é a de viabilizar soluções para o desenvolvimento sustentável, por meio da geração, da adaptação e da transferência de conhecimentos e de tecnologias ao setor produtivo (Vieira Filho, 2012).

Na década de 1990, o governo federal, por meio da Lei Federal nº 8.171/1991 e da Portaria Federal nº 193/1992 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa), instituiu o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária (SNPA). Esse sistema é formado pela Embrapa e suas unidades, pelas Organizações Estaduais de Pesquisa Agropecuária (Oepas), por universidades e institutos de pesquisa federais e estaduais, além de outras organizações, públicas e privadas, direta ou indiretamente ligadas às atividades de pesquisa agropecuária (Vieira Filho, 2012).

Especificamente sobre o tema da agricultura digital, em Campinas, SP, está sediada

a Embrapa Informática Agropecuária. Essa unidade, criada em 1985, é voltada para pesquisas e projetos em tecnologia da informação para a agropecuária, como engenharia de sistemas de software, computação científica, tecnologia de comunicação, bioinformática e agroclimatologia (Embrapa, 2020).

O papel da Embrapa Informática Agropecuária é apoiar políticas públicas, integrar a agropecuária brasileira ao conhecimento científico e às tecnologias da informação, além de contribuir com a constituição de um ambiente de inovação aberta em agricultura digital, com vistas a fomentar o uso e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras e sustentáveis para a agropecuária brasileira e apoiar o produtor rural brasileiro na transformação tecnológica que ocorre no campo. Essas ações são possíveis graças a parcerias técnicas com governos, instituições de pesquisa e ensino, empresas privadas, startups, cooperativas, associações e entidades de assistência técnica e extensão rural (Embrapa, 2020).

O fenômeno da agricultura digital motivou o governo federal a desenvolver e implementar uma política pública com vistas a melhorar a fluidez com que os atores da agropecuária brasileira assimilam esse conjunto de transformações.

O desenvolvimento dessa política pública direta ou indiretamente voltada à agropecuária é apresentado na Tabela 1.

A Lei Federal nº 10.332/2001 criou um fundo setorial de agronegócio (CT-Agronegócio) que instituiu mecanismos de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia para o agronegócio. Além disso, esses mecanismos visam atrair investimentos nacional e internacional para o setor (Brasil, 2002). O foco desse fundo é a capacitação científica e tecnológica nas áreas de agronomia, veterinária, biotecnologia, economia e sociologia agrícola, e seu objetivo é a ampliação de investimentos em pesquisas de sistemas, técnicas, métodos e processos que resultem em inovação, qualidade e aumento de competitividade na exportação dos produtos agrícolas e pecuários do Brasil. O CT-Agronegócio também direciona recursos para a atualização tecnológica da agroindústria, além de estimular a ampliação de investimentos na área de biotecnologia agrícola tropical e difusão de novas tecnologias (Brasil, 2002).

O CT-Agronegócio tem como fonte 17,5% da Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico (Cide), a qual provém de uma alíquota de 10% sobre a remessa de recursos ao

Tabela 1. Política pública de apoio à agricultura digital.

Desenvolvimento da política pública	Ano	Marco legal	Objetivo
CT-Agronegócio	2001	Lei Federal nº 10.332/2001 (Brasil, 2001)	Atrair investimentos para o agronegócio e instituir mecanismos de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia do setor
Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação	2016	Lei Federal nº 13.243/2016 (Brasil, 2016a)	Promover atividades científicas e tecnológicas como estratégias para o desenvolvimento econômico e social
Lei Geral de Proteção de Dados	2018	Lei Federal nº 13.709/2018 (Brasil, 2018)	Proteger os direitos fundamentais de liberdade e de privacidade e o livre desenvolvimento da personalidade da pessoa natural
Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT.BR)	2019	Decreto Federal nº 9.854/2019 (Brasil, 2019b)	Implementar a IoT como ferramenta de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira
Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital	2019	Decreto Federal nº 10.052/2019 (Brasil, 2019a)	Difundir a importância da agricultura de precisão e digital para o desenvolvimento agropecuário e para a promoção da sustentabilidade socioambiental no Brasil

exterior. Os recursos do CT-Agronegócio são destinados para pagamento de assistência técnica, royalties, serviços técnicos especializados ou profissionais. O uso de tais recursos deve estar alinhado com os critérios previstos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), o qual deve, obrigatoriamente, destinar no mínimo 30% dos recursos do CT-Agronegócio para o financiamento de projetos de instituições sediadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, com o intuito de cooperar com o desenvolvimento regional harmonizado (Brasil, 2002).

Das diretrizes gerais do CT-Agronegócio, as que estão direcionadas para a agricultura digital são: i) contribuir para o fortalecimento da infraestrutura de CT&I voltada para o setor; ii) incentivar a criação e a consolidação de sistemas de informação voltados ao desenvolvimento do agronegócio; iii) contribuir para a implantação e consolidação da infraestrutura de normatização, metrologia, avaliação da conformidade, propriedade intelectual, informação tecnológica e tecnologias de gestão voltadas ao agronegócio; iv) promover a geração e a consolidação de empresas de base tecnológica voltadas ao agronegócio; v) desenvolver estratégias que viabilizem a realização de estudos sobre as novas formas de gestão institucional do agronegócio; vi) incentivar a adoção de técnicas e estratégias que visem à inserção brasileira em redes internacionais de pesquisa e desenvolvimento; vii) contribuir para a realização de estudos prospectivos relativos às demandas do agronegócio; viii) contribuir para a qualificação de recursos humanos no desenvolvimento de inovação e gestão de empresas ligadas ao agronegócio; ix) apoiar um programa de capacitação científica para a formação de recursos humanos estratégicos voltados ao agronegócio; e x) promover a formação de redes interinstitucionais e multidisciplinares de pesquisa para o desenvolvimento de projetos de CT&I para o agronegócio (Brasil, 2002).

O marco legal da CT&I, Lei Federal nº 13.243/2016 (Brasil, 2016a), estabelece medidas que incentivam a inovação e a pesquisa científica

e tecnológica no ambiente produtivo. Tais medidas estimulam a integração de companhias privadas ao sistema público de pesquisa, a simplificação de processos administrativos nas organizações públicas de pesquisa e a descentralização do fomento a setores de CT&I, e seus objetivos são a capacitação tecnológica, o alcance da autonomia tecnológica e o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional, com vistas a alcançar maior flexibilidade e criar novos ambientes de atuação que envolvem duas dimensões: ecossistemas de inovação e mecanismos de geração de empreendimentos (Embrapa, 2018).

Com a chegada de tecnologias digitais no campo, surgem oportunidades e benefícios aos atores da agropecuária, mas também desafios e preocupações. A adoção de tecnologias digitais de big data, por exemplo, envolve uma quantidade enorme de dados profissionais e pessoais. Assim, faz-se necessário uma legislação que proteja tais dados. No Brasil, o poder público editou a Lei Federal nº 13.709/2018, conhecida como Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), cujo objetivo é a proteção dos direitos fundamentais de liberdade, privacidade e personalidade da pessoa física (Ejnisman et al., 2019).

A necessidade de ampliar a infraestrutura também é um obstáculo a ser superado para melhorar a conectividade no campo. Diante disso, o Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT.BR), regulamentado pelo Decreto Federal nº 9.854/2019 (Brasil, 2019b), tem o objetivo de implantar a IoT como ferramenta de desenvolvimento sustentável da sociedade brasileira. Para a definição das estratégias do plano, o BNDES sugeriu quatro “verticais” de aplicação de IoT – indústria, saúde, rural e cidades –, e para cada vertical foi criada uma câmara. A Câmara do Agro 4.0, liderada pelo Mapa e pelo Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), tem como objetivo promover ações de expansão da internet no campo e investimentos em tecnologias e serviços inovadores no ambiente rural e, por conseguinte, aumentar a produtividade no campo (Brasil, 2020b).

Além das iniciativas do poder público federal nas últimas cinco décadas, são notados avanços na política alinhada com a transformação tecnológica no meio rural. Para difundir a importância da agricultura digital e outras tecnologias e contribuir para o desenvolvimento da agropecuária brasileira, foi instituída, pelo Decreto Federal nº 10.052/2019, a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital (CBAPD), que atua de forma consultiva no âmbito do Mapa (Brasil, 2019a, 2019c).

O Decreto Federal nº 10.052/2019 (Brasil, 2019a) estabelece que é de competência da CBAPD a difusão da importância da agricultura de precisão e digital para o desenvolvimento agropecuário e para a promoção da sustentabilidade socioambiental no Brasil. Além disso, entre outras atribuições, a comissão tem o papel de apoiar programas de qualificação profissional, treinamento e capacitação, de incentivar a implementação de políticas públicas e identificar as demandas e as tendências do agronegócio (Brasil, 2019c).

A CBAPD é composta pelo Departamento de Apoio à Inovação para Agropecuária da Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação do Mapa, por integrantes do MCTIC, além de representantes de instituições do agronegócio, cooperativas agropecuárias, produtores rurais, prestadores de serviços, indústria de má-

quinas e equipamentos agrícolas e de insumos e por entidades de áreas ligadas à tecnologia, informática, pesquisa e assistência técnica eletrônica (Brasil, 2019c).

A partir da construção dessa política pública voltada à agricultura digital, ações de apoio ao desenvolvimento e adoção de tecnologias digitais no campo também foram desenvolvidas (Tabela 2).

O BNDES tem desenvolvido estudos-piloto com o objetivo de diagnosticar e propor um plano de ação estratégico de implantação de IoT no Brasil. Entre os projetos, destaca-se o Agro 4.0: IoT Embrapa Ambiente Rural, desenvolvido em parceria com a Embrapa Informática Agropecuária, cujo objetivo é otimizar o monitoramento de microclima, a gestão de pragas e maquinários, o monitoramento de bem-estar animal na bovinocultura, a gestão de desempenho de máquinas, o monitoramento da produtividade humana por *analytics* e o uso de sistemas de IoT para a integração lavoura-pecuária-floresta (Massruhá, 2019).

No projeto-piloto IoT desenvolvido pelo BNDES, os trabalhos que envolvem a agricultura digital estão inseridos numa estratégia organizada em quatro fases: 1) desenhar a visão de futuro para fortalecer, de maneira sustentada, o fluxo de inovação na agropecuária; 2) estabelecer prioridades em inovação digital, com foco em resolver

Tabela 2. Ações de apoio à agricultura digital.

Ação	Ano	Execução	Objetivo relacionado à agricultura digital
BNDES Piloto IoT	2017	BNDES	Diagnosticar e propor um plano de ação estratégico de implantação de IoT no Brasil
Câmara do Agro 4.0	2019	Mapa e MCTIC	Promover ações de expansão da internet no campo e a aquisição de tecnologias e serviços inovadores no ambiente rural
Programa Ater Digital	2020	SAF ⁽¹⁾	Fortalecer e ampliar o Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural por meio de um modelo inovador de governança, promovendo a ampla utilização de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)
Programa Agro 4.0	2020	ABDI ⁽²⁾ , Mapa, ME ⁽³⁾ e MCTIC	Incentivar a constituição de um ambiente de inovação por meio de 14 projetos-piloto de adoção e de disseminação de tecnologias digitais para o agronegócio brasileiro

⁽¹⁾ Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo; ⁽²⁾ Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial; ⁽³⁾ Ministério da Economia.

problemas-chave do “mundo real”, oriundas das câmaras setoriais, para fortalecer o fluxo de inovação nas cadeias produtivas agropecuárias e subsidiar políticas públicas; 3) induzir ações de PD&I estruturantes em inovação digital para a cristalização dos impactos almejados para a agropecuária; e 4) ampliar o engajamento e as oportunidades para parcerias público-privadas ao longo do fluxo de inovação (Massruhá, 2019).

Esse projeto-piloto visa aumentar a produtividade e a relevância do Brasil no comércio mundial de produtos agropecuários, além de acelerar a implantação da IoT como instrumento de desenvolvimento sustentável, capaz de aumentar a competitividade da economia, fortalecer as cadeias produtivas nacionais e promover a melhoria da qualidade de vida da população (BNDES, 2017).

No ambiente rural, os objetivos estratégicos buscam: i) o uso eficiente de recursos naturais e insumos (aumentar a produtividade e qualidade da produção rural brasileira pelo uso de dados); ii) o uso eficiente de maquinários (otimizar o uso de equipamentos no ambiente rural pelo uso de IoT); e iii) a segurança sanitária (aumentar o volume de informações e sua precisão no monitoramento de ativos biológicos), além da promoção da adoção de soluções desenvolvidas localmente para desafios do ambiente (BNDES, 2017).

Entre as ações estruturantes de inovação e inserção internacional, destaca-se o estímulo à experimentação, cooperação e disseminação de modelos de negócios bem-sucedidos. Quanto à infraestrutura de conectividade e interoperabilidade, as principais ações estruturantes voltadas para o ambiente rural visam: i) ampliar a oferta de redes de comunicação, com base em mecanismos para estímulo de provedores regionais, com especial ênfase para a oferta de conectividade para o ambiente rural; ii) e articular o tema IoT em políticas públicas de ampliação de soluções e infraestrutura para conectividade, com o alinhamento de elementos do Plano Nacional de Conectividade (PNC) que assegurem conec-

tividade de alta velocidade em municípios com produção rural abundante (BNDES, 2017).

Dessas iniciativas, destaca-se a proposta de ampliar a força de trabalho qualificada em IoT no meio rural, por meio da incorporação de disciplinas relacionadas à IoT e à agricultura de precisão em cursos de agronomia, zootecnia e veterinária, e da oferta de cursos de extensão e pós-graduação para formar especialistas da área de tecnologia com conhecimento agrícola (BNDES, 2017).

Alinhada com o marco legal de CT&I, a Câmara do Agro 4.0 vai definir ações prioritárias para o setor agropecuário no que diz respeito à conectividade no campo, com vistas a ampliar a adoção de tecnologias digitais em todo o País, com atenção especial aos produtores rurais das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste (Cipriano, 2019; Agricultura..., 2020).

A Câmara do Agro 4.0 possui um Conselho Superior, formado por representantes do Mapa, do MCTIC, da Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA) e da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB). Ela é composta de quatro Grupos de Trabalho Permanentes: Conectividade no Campo; Desenvolvimento, Tecnologia e Inovação; Desenvolvimento Profissional; e Cadeias Produtivas e Desenvolvimento de Fornecedores. Juntamente com o Conselho Superior, os grupos de trabalho são compostos por instituições acadêmicas, institutos de ciência e tecnologia e por atores da iniciativa privada, como associações e entidades representativas (Cipriano, 2019).

Com o objetivo de fortalecer e ampliar o Sistema Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (Sbater), o Mapa lançou o Programa Ater Digital. As iniciativas desenvolvidas por esse programa incentivam as organizações públicas e privadas quanto ao uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), com o intuito de alcançar maior produtividade e competitividade da agricultura brasileira. O Ater Digital busca ampliar a oferta de serviços modernos e eficientes e melhorar o acesso dos pro-

dutores rurais às TIC. Com os recursos investidos no programa, o Mapa espera gerar benefícios aos produtores rurais, como a maior agilidade no acesso a conhecimentos tecnológicos e inovadores sobre a produção agrícola, além da maior integração entre as ações de pesquisa, extensão rural e assistência técnica (Brasil, 2020a).

Numa ação conjunta entre a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), o Mapa, o Ministério da Economia (ME) e o MCTIC, em 2020 foi lançado o Programa Agro 4.0 (ABDI, 2020). Nesse Programa, foram investidos recursos (R\$ 4,8 milhões) em 14 projetos-piloto de adoção e de disseminação de tecnologias digitais no agronegócio. O edital do Programa Agro 4.0 abrange quatro categorias, e os projetos desenvolvidos estão alinhados com os segmentos do agronegócio: i) insumos (fertilizantes, defensivos, rações, máquinas e equipamentos); ii) primário (agropecuária); iii) secundário (agroindústria de alimentos); e iv) integração (abrange a integração de serviços aos demais segmentos, como serviços de tecnologia da informação e comunicação e logística) (ABDI, 2020; Brasil, 2020b).

Esse programa tem por objetivo desenvolver soluções práticas e ampliar a eficiência e produtividade e, por conseguinte, reduzir os custos de produção do agronegócio brasileiro. Essa iniciativa visa incentivar a constituição de um ambiente de inovação e é destinada a produtores rurais e agroindústrias que adotarão tecnologias 4.0 em suas propriedades rurais ou complexos industriais (ABDI, 2020; Brasil, 2020b).

Discussão

Conforme apresentado acima, a agropecuária vem passando por transformações – econômicas, culturais, sociais, tecnológicas, ambientais e mercadológicas – que impactam profundamente o mundo rural (Embrapa, 2018). Nessa temática, é importante destacar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) criados e coordenados pela Organização das Nações Unidas (ONU). Tais objetivos visam

juntar esforços internacionais na busca de um maior equilíbrio entre população e ambiente. Entre outras necessidades, os investimentos em infraestrutura rural, pesquisa e extensão de serviços agrícolas, bem como o desenvolvimento e a adoção de novas tecnologias, notadamente as de informação e comunicação, serão fundamentais para o alcance das metas de produção de alimentos e bioenergia de modo sustentável (Brasil, 2016b).

Para o alcance dessas metas, a agricultura digital se apresenta como alternativa para o aumento de produtividade nas propriedades rurais, a redução de custos, e, por conseguinte, a produção de alimentos e bioenergia de forma sustentável.

As tecnologias do Agro 4.0 englobam agricultura e pecuária de precisão, automação, robótica, sensores, computação em nuvem, bem como sistemas de big data e IoT. Essas tecnologias incorporam soluções para o processamento de grande volume de dados e são fundamentais no suporte à tomada de decisão no campo e, por conseguinte, essenciais para alcançar maiores níveis de produtividade, otimizar o uso de insumos, reduzir custos de produção e melhorar a qualidade dos produtos e a segurança do trabalho, além de minimizar os impactos ambientais (Massruhá & Leite, 2017).

A adoção de tecnologias digitais não se reduz a obter maiores lucros – é uma questão de sobrevivência. Essas tecnologias permitem que os produtores sejam mais eficientes no uso de insumos e, principalmente, de recursos naturais, como a água. Dessa forma, gastos desnecessários são evitados com o uso adequado dos recursos e, portanto, o impacto ambiental é minimizado (Crestana, 2020).

Esse processo de modernização da produção agropecuária e agroindustrial está relacionado com a expansão do meio técnico-científico-informacional (Santos, 1996). O atual estágio da agricultura digital no Brasil se deve, em parte, à organização da economia agropecuária, que começou na década de 1990. Denominada

de agricultura científica globalizada por Milton Santos (2010), essa mudança de paradigma ocorreu via mudanças da legislação, globalização da economia e maior disseminação de componentes técnicos, científicos e informacionais pelo território brasileiro (Santos, 2018).

Desde a década de 1990, a agricultura no Brasil tem sofrido grandes transformações com a chegada de novas tecnologias da informação, a menor regulação do Estado e o maior controle de multinacionais do agronegócio. Esse modelo de agricultura científica e globalizada tem, por um lado, alavancado a eficiência produtiva, mas criou, por outro, um cenário vulnerável aos produtores rurais que passaram a depender de uma lógica externa, a qual não conseguem prever nem mesmo controlar (Frederico, 2013).

Cerca de 30 anos depois dessa mudança de paradigma, observam-se avanços na adoção de tecnologias digitais no Brasil e, portanto, na busca de maior conhecimento e acesso à informação. Na agropecuária, 84% dos produtores já iniciaram o processo de adoção de tecnologias digitais como instrumento de suporte (Agricultura..., 2020). Desse modo, se os avanços na produção agropecuária brasileira já são perceptíveis, o desenvolvimento e a adoção de tecnologias digitais podem alavancar ainda mais a produtividade e a participação do País no cenário internacional de alimentos e bioenergia.

Sobre o tema tecnologias digitais e inovação na agropecuária, é importante destacar a atuação da CNA, que publicou em 2018 um documento propondo um Plano de Estado para o agronegócio brasileiro (CNA, 2018). Destacam-se no documento as propostas de: a) investimentos em infraestrutura de conectividade em todo o território nacional, especialmente no meio rural; b) experimentar novas opções de insumos para a agricultura e pecuária, como o uso de moléculas de defensivos, incentivar o uso de nanotecnologia, bioeconomia e agricultura digital e viabilizar equipamentos para pequenos produtores; e c) usar do marco legal da CT&I para avanços tecnológicos no agronegócio brasileiro (CNA, 2018). A atuação da CNA é importante na defesa dos interesses

dos produtores rurais brasileiros, mas não deve se limitar aos grandes, pois ela deve olhar também para os agricultores familiares e os pequenos e médios produtores rurais.

No entanto, além da política pública desenvolvida pelo governo federal, para se colocar em prática essas propostas é fundamental a atuação de empresas privadas. De acordo com o 2º Censo AgTech Startups Brasil (Mondin & Tomé, 2018), o setor de agronegócio conta com trabalho de cerca de 300 empresas que desenvolvem soluções tecnológicas. As AgTechs do agronegócio estão concentradas em quatro principais áreas de atuação: i) Suporte à Decisão; ii) IoT & Hardware; iii) Software de Gestão Agrícola; e iv) Agricultura de Precisão (Mondin & Tomé, 2018; Ejnisman et al., 2019).

Considerando que tecnologia, inovação e produtividade estão intimamente conectadas na produção agropecuária para aumentar ainda mais a produtividade no meio rural, a contribuição das AgTechs é fundamental para a implantação da agricultura digital. Por exemplo, o Plano de Ação proposto pelo BNDES visa criar uma rede de IoT no Brasil que só será viável com a participação dessas startups. Para viabilizar esse Plano de Ação, existe uma expectativa de que diversas organizações assumam a empreitada, de empresas âncoras a startups (BNDES, 2017).

Startups de base tecnológica orientadas ao agronegócio são um dos pilares do ecossistema de inovação no campo. No mundo rural, essas empresas, juntamente com multinacionais produtoras de insumos, máquinas e equipamentos agrícolas, grandes produtores rurais, cooperativas agropecuárias, universidades, centros de pesquisa e investidores, por exemplo, podem interagir com companhias que desenvolvem hardware para a criação de soluções viáveis de IoT que melhorem a produtividade no campo (Vasconcelos, 2020).

De acordo com a Embrapa Informática Agropecuária, esse potencial tem chamado a atenção de grandes organizações para o incentivo das AgTechs no Brasil. Na temática

da agricultura digital, a Embrapa Informática Agropecuária, por exemplo, estabeleceu uma parceria com a Venture Hub e, com apoio da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec), lançou em 2019 o TechStart AgroDigital, programa de aceleração de startups, cujo objetivo é acelerar negócios e tecnologias para o agronegócio de AgTechs. (Moura, 2019).

Considerando que a maior parte dos pequenos produtores tem dificuldades de aderir a novos conhecimentos tecnológicos, adequados às suas realidades, o aumento da complexidade no gerenciamento da agropecuária parece fazer com que a população rural perca o interesse em continuar desenvolvendo atividades (Navarro & Campos, 2013). Além disso, a concentração da população nos centros urbanos e o envelhecimento da população rural são preocupantes (Massruhá et al., 2020). Esse contexto de transformações tecnológicas é dinâmico e complexo e, como consequência, existe uma tendência de aumento da complexidade da gestão da propriedade rural, o que pode ter forte influência no fluxo migratório rural-urbano.

No entanto, um ponto positivo da relação campo-cidade é que as questões que envolvem ciência, tecnologia, informação e capital são inerentes às atividades realizadas no ambiente rural, o que tem configurado fortes relações entre o rural e o urbano para o suprimento de necessidades produtivas, comerciais e logísticas por meio de serviços e infraestruturas especializadas (Santos, 2018). Essa dinâmica tem provocado mudanças no perfil dos produtores rurais e dos trabalhadores ocupados na agropecuária.

Se por um lado a agricultura digital aumenta a produtividade e reduz os custos de produção, por outro, um grande problema a ser resolvido com a evolução tecnológica é a expulsão do trabalhador rural (Crestana, 2020). O desenvolvimento e adoção de novas práticas tecnológicas no campo e o uso de tecnologias digitais, baseadas em máquinas e equipamentos modernos, tendem a diminuir o uso de mão de obra na atividade rural e exigem profissionais

capacitados (Basso et al., 2019). Essa questão sobre o impacto da adoção de tecnologias do Agro 4.0 tem gerado discussões sobre o *trade-off* entre produtividade e emprego.

A adoção de tecnologias digitais poupadoras de mão de obra, além de contribuir para aumentar a produtividade do trabalho e da terra, reforça a necessidade de trabalhadores com maior qualificação e especialização, o que introduz um grande desafio aos produtores rurais, notadamente os pequenos, por causa da baixa capacidade financeira para investimentos em tais tecnologias. Esse cenário reforça, portanto, a necessidade de políticas públicas e pesquisas direcionadas especialmente aos pequenos e médios produtores, bem como para aquelas atividades agropecuárias que requerem o intenso uso de mão de obra, como a produção de hortifrutícolas, palma de óleo e mandioca (Embrapa, 2018).

É importante alertar que o patamar de investimentos na agropecuária no Brasil é inferior aos de outros países grandes produtores. Mesmo num cenário de poucos investimentos, os agropecuaristas brasileiros estão adotando tecnologias inovadoras com base na análise da relação benefício/custo (Massruhá, 2019). Muitas vezes, os pequenos produtores, que não possuem acesso às tecnologias avançadas, recorrem ao uso de planilhas eletrônicas como ferramenta de controle da produção e de custos para aprimorar a gestão de suas propriedades (Affonso et al., 2015). Assim, a política pública voltada para a agricultura digital deve propor soluções para os problemas relacionados com a baixa capacidade tecnológica de pequenos e médios produtores.

Desenvolver e adaptar tecnologias digitais para pequenas e médias propriedades rurais é um importante objetivo a ser alcançado (Embrapa, 2018). Com esse cenário de transformação tecnológica, espera-se que no Agro 4.0 sejam incluídos, além dos grandes produtores, os agricultores familiares e os pequenos e os médios, para que todos possam ter acesso aos benefícios de uma agricultura digital (Massruhá & Leite, 2017).

A adoção de tecnologia digitais poderá nos próximos anos segregar os produtores rurais em dois grupos: os bem-sucedidos e aqueles que não alcançam sucesso na atividade rural. Segundo Crestana (2020, p.28), “é uma questão de sobrevivência”, já que o produtor rural que ficar de fora dessa onda terá dificuldades de sobreviver, além de ser penalizado pelo mercado por não adotar práticas de produção modernas e sustentáveis.

Nesse sentido, para que a desigualdade no meio rural não avance, o governo deve agir e colocar em prática a política pública instituída ao longo dos últimos anos, principalmente dando maior atenção aos produtores rurais com baixa capacidade de investimentos em tecnologias digitais. Mas os pequenos e médios e os agricultores familiares precisam tomar iniciativas e se organizar em associações, sindicatos e cooperativas para conseguir conquistar espaço diante da transformação tecnológica que ocorre no campo.

Embora o avanço do CT-Agronegócio tenha definido, de um lado, a garantia da vinculação de recursos públicos ao fomento de políticas de inovação em ciência e tecnologia para o setor agropecuário e, de outro, o incentivo à pesquisa aplicada, além de ser complementar aos gastos realizados no conjunto da agricultura (Vieira Filho, 2012), os governantes devem ficar atentos ao movimento de concentração da produção e de renda nas mãos de poucos e grandes produtores e multinacionais. A política pública voltada para a adoção de tecnologias do Agro 4.0 precisa garantir que todos os produtores – familiares, pequenos, médios e grandes – sejam inseridos no processo de transformação digital que ocorre no meio rural.

Se por um lado o Agro 4.0 deve aumentar a produtividade no campo, por outro, ele também ampliará as desigualdades no meio rural (Crestana, 2020). O modelo de agricultura científica globalizada, financiada em grande parte pelo poder público federal e destinada ao comércio internacional, tem forte influência nos lugares, regiões e territórios cuja produção e

comercialização são voltada para commodities agrícolas (Santos, 2018).

Esse modelo de agricultura de base tecnológica é espacialmente distribuída de forma seletiva no território brasileiro, já que o meio técnico-científico-informacional está presente em regiões altamente influenciadas pela informação (mercado e ciência) e pelas finanças, notadamente no Sudeste e Sul, e em manchas e pontos no restante do País (Santos & Silveira, 2001). Nesse sentido, a supracitada política pública precisa alcançar todas as regiões do Brasil, com vistas a harmonizar o desenvolvimento regional.

Entre outras preocupações a serem consideradas, a adoção de tecnologias digitais leva à necessidade de proteção de dados. A LGPD provavelmente trará implicações à adoção de tecnologias digitais no agronegócio. Além de dados para cadastro de usuários, essas tecnologias podem requerer dados pessoais mais sensíveis, como os relacionados com a saúde dos trabalhadores. Desse modo, o produtor rural que usa tecnologias digitais deve estar atento aos riscos inerentes ao emprego de dados pessoais em desconformidade com a LGPD (Ejnisman et al., 2019).

Para melhor aproveitar os benefícios das tecnologias digitais e garantir a confidencialidade das informações dos agentes envolvidos, os contratos de fornecimento de tecnologia agrícola são fundamentais na proteção dos dados de produtores e trabalhadores rurais. Questões que envolvem os tipos de dados utilizados por essas soluções tecnológicas, os limites de uso e acesso aos dados, as medidas de segurança e as obrigações e responsabilidades das partes devem estar detalhadas nas cláusulas contratuais para evitar atitudes oportunistas de quebra de sigilo dos conhecimentos técnico-negociais dos produtores rurais (Ejnisman et al., 2019).

Em síntese, no Agro 4.0 os dados coletados, transmitidos e processados em tempo real pelas tecnologias digitais tendem a aumentar a produtividade, reduzir os custos e melhorar a sustentabilidade no meio rural. No entanto, pro-

blemas de conectividade e de acesso às tecnologias digitais são barreiras a serem transpostas. A falta de conectividade no meio rural pode ser considerada um gargalo para a disseminação de tecnologias digitais no Brasil.

De acordo com estudo da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo (Esalq/USP), apenas 5% da área agricultável no Brasil, notadamente as grandes propriedades rurais, tem conectividade com a rede mundial de computadores. Isso mostra a carência de infraestrutura de conexão, que deve ser solucionada pelo governo, empresas de telecomunicações e produtores rurais nos próximos anos. (Crestana, 2020).

Assim, tudo isso sugere que a agricultura digital é um caminho sem volta, mas que chama a atenção para problemas relevantes a serem considerados pelos governantes: i) a migração rural-urbano; ii) o impacto no mercado de trabalho do agronegócio; iii) a capacidade de adoção de tecnologias digitais por pequenos e médios produtores; iv) a concentração da produção e renda nas mãos de poucos e grandes produtores/multinacionais; v) o aumento de desigualdades regionais; e vi) a proteção de dados.

Considerações finais

O objetivo deste estudo foi descrever a política pública federal de apoio à transformação digital na agropecuária brasileira. Os resultados apontam que o fenômeno do Agro 4.0 tem motivado o governo federal a desenvolver e implementar programas e ações voltados à agricultura digital.

A instituição do CT-Agronegócio, do marco legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, da Lei Geral de Proteção de Dados, do Plano Nacional de Internet das Coisas e da Comissão de Agricultura de Precisão e Digital, juntamente com a atuação da Embrapa Informática Agropecuária e as ações desenvolvidas pelo BNDES Piloto IoT, pela Câmara do Agro 4.0, pelo Programa Ater Digital e pelo Programa Agro 4.0,

visa promover o desenvolvimento de tecnologias digitais e melhorar a fluidez de sua adoção pelos atores da agropecuária brasileira.

A agricultura digital é composta por um conjunto de ferramentas tecnológicas para uma melhor gestão da produção agropecuária, com vistas a aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e ampliar o acesso à informação, bem como contribuir com a redução de desperdícios, e, assim, produzir alimentos e bioenergia de forma mais sustentável. Nesse contexto, pode-se afirmar que o Agro 4.0 é um caminho sem volta e que a transformação digital no campo desperta a atenção para questões importantes que afetam significativamente o mundo rural.

Embora existam inúmeros benefícios, a transformação tecnológica que ocorre no campo necessita de maior atenção do poder público, notadamente no sentido de incluir os produtores – familiares, pequenos, médios e grandes – e trabalhadores rurais, bem como seus familiares nesse processo.

A política pública federal de apoio à transformação digital na agropecuária brasileira precisa ser convertida em resultados práticos. São necessários investimentos específicos em infraestrutura de conectividade, bem como estímulos para a melhoria de acesso e capacitação profissional de produtores e trabalhadores rurais quanto ao uso de tecnologias digitais, para minimizar os impactos no mundo rural e no mercado de trabalho no campo. Além disso, os governantes devem fomentar o desenvolvimento de soluções tecnológicas digitais para os problemas de produção e gestão na atividade rural adaptadas aos diversos perfis de produtores, promover a adoção de tecnologias digitais em todas as regiões do País e criar um ambiente institucional seguro para o uso de dados por meio das tecnologias do Agro 4.0.

Este estudo, que traçou um panorama geral da política pública voltada à agricultura digital e das ações governamentais diante do fenômeno do Agro 4.0, traz, portanto, contribuições úteis

ao governo federal e às empresas privadas. O alinhamento da política pública, das ações governamentais e da iniciativa privada com as necessidades dos produtores rurais é fundamental para a disseminação dessas tecnologias e o êxito dessa nova agricultura.

Referências

ABDI. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. **Programa levará tecnologias 4.0 para o agronegócio.**

2020. Disponível em: <<https://www.abdi.com.br/postagem/programa-levara-tecnologias-4-0-para-o-agronegocio>>. Acesso em: 17 out. 2020.

AFFONSO, E.P.; HASHIMOTO, C.T.; SANT'ANA, R.C.G. Uso de tecnologia da informação na agricultura familiar: planilha para gestão de insumos. **Biblios**, n.60, p.45-54, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5195/biblios.2015.221>.

AGRICULTURA digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades: resultados de pesquisa online. Campinas: Embrapa, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Agricultura+Digital+no+Brasil+-+Pesquisa+online+Embrapa+Sebrae+-+INPE+2020.pdf/3e1198e9-7c03-3b7e-b87c-d2d1977f34a9>>. Acesso em: 17 out. 2020.

BASSOI, L.H.; INAMASU, R.Y.; BERNARDI, A.C. de C.; VAZ, C.M.P.; SPERANZA, E.A.; CRUVINEL, P.E. Agricultura de precisão e agricultura digital. **TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n.20, p.17-36, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p17-36>.

BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. **Produto 8: Relatório do Plano de Ação: iniciativas e projetos mobilizadores.** versão 1.1. 2017. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/269bc780-8cdb-4b9b-a297-53955103d4c5/relatorio-final-plano-de-acao-produto-8-alterado.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m0jDUok>>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 10.052, de 9 de outubro de 2019.** Institui a Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital. 2019a. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/d10052.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Decreto nº 9.854, de 25 de junho de 2019.** Institui o Plano Nacional de Internet das Coisas e dispõe sobre a Câmara de Gestão e Acompanhamento do Desenvolvimento de Sistemas de Comunicação Máquina a Máquina e Internet das Coisas. 2019b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9854.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 10.332, de 19 de dezembro de 2001.** Institui mecanismo de financiamento para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Agronegócio, para o Programa de Fomento à Pesquisa em Saúde, para o Programa Biotecnologia e Recursos Genéticos – Genoma, para o Programa de Ciência e Tecnologia para o Setor Aeronáutico e para o Programa de Inovação para Competitividade, e dá outras providências. 2001. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10332.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016.** Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. 2016a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13243.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018.** Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). 2018. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 5.851, de 7 de dezembro de 1972.** Autoriza o Poder Executivo a instituir empresa pública, sob a denominação de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e dá outras providências. 1972. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1970-1979/l5851.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991.** Dispõe sobre a política agrícola. 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Governo institui Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão e Digital.** 2019c. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-institui-comissao-brasileira-de-agricultura-de-precisao-e-digital>>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mapa lança programa Ater Digital.** 2020a. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-lanca-programa-ater-digital>>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Programa levará tecnologias 4.0 para o agronegócio.** 2020b. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/programa-levara>>

tecnologias-4-0-para-o-agronegocio>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Diretrizes Estratégicas do Fundo Setorial de Agronegócio: CT-Agronegócio**. [Brasília]: Secretaria Técnica do Fundo Setorial de Agronegócio; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2002. Disponível em: <<https://www.finep.gov.br/images/a-finep/fontes-de-orcamento/fundos-setoriais/ct-agro/diretrizes-estrategicas-para-o-fundo-setorial-de-agronegocio.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2020.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2016b. Disponível em: <<https://www.gov.br/mre/pt-br/arquivos/documentos/clima/20160119ODS.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2022.

CAMARGO, A.M. de. Editorial. **TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n.20, p.5-7, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p5-7>.

CIPRIANO, R. **MAPA e MCTIC criam Câmara do Agro 4.0 para levar mais conectividade ao campo**. 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/45785396/mapa-e-mctic-criam-camara-do-agro-40-para-levar-mais-conectividade-ao-campo>>. Acesso em: 17 out. 2020.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **O futuro é agro: 2018-2030**. Plano de Estado. 2018. Disponível em: <https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/plano_de_estado_completo_21x28cm_web.pdf>. Acesso em: 17 out. 2020.

CRESTANA, S. Questão de sobrevivência. Entrevista concedida a Domingos Zapparoli. **Revista Pesquisa FAPESP**, ano21, p. 28-29, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/01/Pesquisa-287_Completo-2.pdf>. Acesso em: 16 out. 2020.

EJNISMAN, M.W.; BATTILANA, C. do C.H.; ANDRADE, T.B. de. O aumento do uso de tecnologia no agronegócio: uma análise sob a ótica da proteção de dados. **TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n.20, p.113-124, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p113-124>.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Embrapa Informática Agropecuária**. 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/informatica-agropecuaria>>. Acesso em: 17 out. 2020.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, 2018. 212p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>>. Acesso em: 17 out. 2020.

FREDERICO, S. Agricultura científica globalizada e fronteira agrícola moderna no Brasil. **Revista Confins**, n.17, p.1, 2013. DOI: <https://doi.org/10.4000/confins.8153>.

MASSRUHÁ, S.M.F.S. **Agricultura Digital (Agro 4.0): da biotecnologia ao Big Data, à agricultura sustentável e inteligente**. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/camaras-setoriais-tematicas/documentos/camaras-tematicas/agricultura-sustentavel-e-irrigacao/2019/34a-ro/smfsm_iot_18mar2019_cs.pdf>. Acesso em: 17 out. 2020.

MASSRUHÁ, S.M.F.S.; LEITE, M.A. de A. AGRO 4.0 – rumo à agricultura digital. In: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.; SILVA, W.T.L. da; VALLE, J.M.F. do; PURINI, S.R. de M.; MAGNONI, M. da G.M.; SEBASTIÃO, E.; BRANCO JÚNIOR, G.; ADORNO FILHO, E.F.; FIGUEIREDO, W. dos S.; SEBASTIÃO, I. (Org.). **JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil**. 2.ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p.28-35. Disponível em: <<http://www3.ibb.unesp.br/wp-content/uploads/2017/11/SNCT-2016-E-book-JC-na-Escola-Mobilizar-o-Conhecimento-para-Alimentar-o-Brasil-Edi%C3%A7%C3%A3o-fnal.pdf>>. Acesso em: 8 out. 2020.

MASSRUHÁ, S.M.F.S.; LEITE, M.A. de A.; OLIVEIRA, S.R. de M.; MEIRA, C.A.A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; BOLFE, É.L. (Ed.). **Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas**. Brasília: Embrapa, 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126213/agricultura-digital-pesquisa-desenvolvimento-e-inovacao-nas-cadeias-produtivas>>. Acesso em: 8 out. 2020.

MONDIN, M.; TOMÉ, J. (Coord.). **2º Censo AgTech Startups Brasil**. 2018. Disponível em: <<https://www.agtechgarage.com/censo>>. Acesso em: 8 out. 2020.

MOURA, M.F. Entrevista com Maria Fernanda Moura. Entrevista concedida a Alessandro Mancio de Camargo. **TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n.19, p.9-15, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p9-15>.

NAVARRO, Z.; CAMPOS, S.K. (Org.). **A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível?** Brasília: CGEE, 2013. 264p.

SANTOS, H.F. dos. A dinâmica do agronegócio e a consolidação de uma agricultura científica globalizada no município de Uberaba (MG). **Caminhos de Geografia**, v.18, p.200-218, 2018.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. São Paulo: Edusp, 1996.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização: do pensamento único à consciência universal**. 19. ed. Rio de Janeiro: Record, 2010.

SANTOS, M.; SILVEIRA, M.L. **O Brasil: território e sociedade no início do século XXI**. São Paulo: Record, 2001.

VASCONCELOS, Y. A força das *Agtechs*. **Revista Pesquisa FAPESP**, ano21, p.21-23, 2020. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2020/01/Pesquisa-287_Completo-2.pdf>. Acesso em: 8 out. 2020.

VIEIRA, G.A. Resenha dos livros: Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura, de Sílvia Massruhá et al. (eds.) e Agricultura de precisão, de Alberto Bernardi et al. (eds.). **TECCOGS – Revista Digital de Tecnologias Cognitivas**, n.20,

p.126-131, 2019. DOI: <https://doi.org/10.23925/1984-3585.2019i20p126-131>.

VIEIRA FILHO, J.E.R. **Políticas públicas de inovação no setor agropecuário**: uma avaliação dos fundos setoriais. Rio de Janeiro: Ipea, 2012. (Ipea. Texto para Discussão, 1722). Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1210/1/TD_1722.pdf>. Acesso em: 16 out. 2020.
