# Estado atual da agricultura digital no Brasil

## Inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais

Antônio Márcio Buainain
Pedro Cavalcante
Letícia Consoline

Nações Unidas
CEPAL

Euro mipyme
Financiado por la Unión Europea

# Thank you for your interest in this ECLAC publication

Please register if you would like to receive information on our editorial products and activities. When you register, you may specify your particular areas of interest and you will gain access to our products in other formats.

**Register**

UNITED NATIONS

ECLAC

www.cepal.org/en/publications

facebook.com/publicacionesdelacepal

www.cepal.org/apps

# Estado atual da agricultura digital no Brasil

## Inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais

**Antônio Márcio Buainain**

**Pedro Cavalcante**

**Letícia Consoline**

Nações Unidas

CEPAL

Euro mipyme

Financiado por la Unión Europea

Esta publicação foi elaborada por Antonio Buainain, Pedro Calvacante e Leticia Consoline, consultores da Divisão de Desenvolvimento Produtivo e Empresarial da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL). O documento foi elaborado no âmbito do projeto "Melhores políticas para as micro, pequenas e médias empresas na América Latina" (EUROMIPYME), financiado pela União Europeia. Este trabalho foi realizado em coordenação com a Unidade de Desenvolvimento Agrícola e Biodiversidade (UDAB), da Divisão de Recursos Naturais da CEPAL.

As opiniões expressas neste documento, que não foi submetido à revisão editorial, são de exclusiva responsabilidade dos autores e podem não coincidir com as visões da CEPAL, da FES ou das instituições às quais os autores são filiados.

Publicação das Nações Unidas
LC/TS.2021/61
Distribuição: L
Copyright © Nações Unidas, 2021
Todos os direitos reservados
S.21-00279

Esta publicação deve ser citada como: A. M. Buainain, P. Cavalcante e L. Consoline, "Estado atual da agricultura digital no Brasil: inclusão dos agricultores familiares e pequenos produtores rurais", *Documentos de Projetos* (LC/TS.2021/61), Santiago, Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), 2021.

A autorização para reproduzir total ou parcialmente esta obra deve ser solicitada à Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Divisão de Documentos e Publicações: publicaciones.cepal@un.org. Os Estados-membros das Nações Unidas e suas instituições governamentais podem reproduzir esta obra sem autorização prévia. Solicita-se apenas que mencionem a fonte e informem à CEPAL tal reprodução.

# ÍNDICE


**Introdução** ..... 7

**I. Modernização e heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira: o contexto da agricultura 4.0** ..... 9

A. Acesso à orientação técnica ..... 10

B. Características socioeconômicas do produtor e família ..... 11

C. Nível de capitalização e inovação ..... 11

D. Práticas agrícolas e inovação ..... 12

E. Características dos produtores ..... 13

F. Acesso à informação e de infraestrutura de internet ..... 13

**II. Importância dos pequenos produtores rurais no Brasil e disponibilidade de infraestrutura** ..... 15

**III. Os drivers da agricultura 4.0 no Brasil** ..... 19

**IV. Infraestrutura e conectividade rural: uma restrição estrutural** ..... 25

**V. O novo ecossistema de inovação da agricultura digital no Brasil e a emergência das AgTechs** ..... 29

**VI. O ecossistema de inovação da Embrapa: abrindo caminhos da agricultura digital no Brasil** ..... 37

**VII. Os vários retratos da agricultura 4.0 no Brasil** ..... 41

A. Tecnologia da informação no agronegócio ..... 42

1. Utilização do celular ..... 42
2. O uso dos computadores e da internet ..... 43
3. Gestão do negócio ..... 44

B. SBIAgro-Agricultura digital: levantamento junto ao produtor rural na Região Metropolitana de Campinas (2019) ..... 46

C. McKinsey & Company - A Mente do Agricultor Brasileiro na Era Digital (2020) ..... 48

1. Acesso e uso da web e do celular ..... 49

D. Agricultura conectada: tendências, desafios e oportunidades ..... 51

**VIII. Plataformas digitais e suas funcionalidades para os pequenos agricultores** ..... 55

A. A importância dos *marketplaces* ..... 56

**IX. Cooperativas, inovação e inclusão digital dos pequenos produtores** ..... 61

A. As cooperativas como difusoras de inovações tecnológicas ..... 62

B. A experiência das cooperativas no processo de difusão da tecnologia digital ..... 63

**X. A Contribuição da extensão e assistência técnica rural na difusão tecnológica na agricultura** ..... 67

**XI. Políticas, estratégias e iniciativas para a agricultura 4.0 no Brasil: breve descrição** ..... 71

**XII. Desafios e oportunidades para a inclusão digital na agricultura brasileira** ..... 81

A. Institucional ..... 82

B. Infraestrutura ..... 83

C. Geração de tecnologia ..... 84

D. Difusão de tecnologia ..... 85

E. Educação digital e capacitação ..... 86

F. Financiamento ..... 87

**Bibliografia** ..... 91

## Tabelas

Tabela 1 Indicadores que podem acelerar ou retardar as inovações no Brasil (2006 e 2017) ..... 12

Tabela 2 Proporção de estabelecimentos, em percentual, da agricultura familiar com acesso as condições de infraestrutura em 2017 ..... 13

Tabela 3 Comparação das características dos pequenos e médios estabelecimentos agropecuários em relação ao total de estabelecimentos agropecuários por grandes regiões em 2017 ..... 16

Tabela 4 Disponibilidade de infraestrutura e serviços básicos dos estabelecimentos agropecuários com até 50 hectares e mais de 50 hectares no Brasil por grandes regiões em 2017 ..... 17

Tabela 5 Acesso a suporte tecnológico à produção dos estabelecimentos agropecuários com até 50 hectares e mais de 50 hectares no Brasil por grandes regiões em 2017 ..... 17

Tabela 6 Estabelecimentos e valor da produção dos estabelecimentos agropecuários com até 50 hectares, em percentual, e valor da produção médio convertido em quantidade de salários mínimos-mensais em 2017 ..... 18

Tabela 7 Características da conectividade no Brasil por grandes regiões em 2019 ..... 26

Tabela 8 Categorias de cada segmento da cadeia agropecuária ..... 30

Tabela 9 Localização dos *hubs* de inovação para a agricultura digital ..... 32

Tabela10 Histórico de investimentos em *AgTechs* brasileiras por tipo de investimento ..... 34

Tabela 11 Aplicativos agropecuários desenvolvidos pela EMBRAPA ..... 38

Tabela 12 Proporção média da finalidade de acesso à internet pelo computador dos produtores rurais por região ..... 44

Tabela 13 Proporção média dos produtores rurais que fazem o controle das receitas, despesas, custos e estoque do negócio rural por região ..... 45

Tabela 14 Interesse dos produtores rurais em utilizar alguma ferramenta digital por região ..... 45

Tabela 15 Proporção média dos negócios rurais dos produtores que realizaram transações comerciais pela internet nos últimos 12 meses por região ..... 46

Tabela 16 Características dos produtores rurais entrevistados ..... 49

Tabela 17 Exemplos de clusters comportamentias desenvolvidos a partir da pesquisa ..... 51

Tabela 18 Tecnologias de agricultura digital utilizadas pelos produtores por tamanho de estabelecimentos no Brasil-2020 ..... 53
Tabela 19 Finalidade de uso de tecnologias de agricultura digital utilizadas pelos produtores por tamanho de estabelecimentos no Brasil-2020 ..... 53
Tabela 20 Dificuldade de acesso a tecnologias da agricultura digital pelos produtores por tamanho de estabelecimentos no Brasil-2020 ..... 54
Tabela 21 Aplicativos desenvolvidos e utilizados no setor agropecuário ..... 56
Tabela 22 Iniciativas criadas para fomentar o comércio virtual entre pequenos produtores e cosumidor final por meio de plataformas digitais ..... 58
Tabela 23 Número de cooperativas em 2018 e estabelecimentos agropecuários em 2017 e produtores com áreas menores e maiores que 50 hectares associados a cooperativas, em percentual, no ano de 2017 ..... 61
Tabela 24 Operações e atividades desempenhadas pelas cooperativas do ramo agropecuário ..... 62
Tabela 25 Número de Unidades de Referência (URs) e resultados (médias) do Programa MID-Soja durante quatro safras no Paraná, em relação ao número de aplicações de fungicidas, ao número de dias da emergência até a primeira aplicação de fungicida para controle de doenças, ao custo do controle e à produtividade ..... 68
Tabela 26 Perfil e características de produtores definidos pelo mapa e finalidade identificada pela ESALQ/USP para o acesso à conectividade ..... 73
Tabela 27 Eixos, instituições envolvidas e iniciativas identificadas para o desenvolvimento da agricultura 4.0 no Brasil ..... 83
Tabela 28 Recomendações de elaboração de políticas públicas para a agricultura 4.0 no Brasil ..... 88

## Figuras

Figura 1 Obstáculos e desafios para a difusão das tecnologias digitais entre os agricultores ..... 22
Figura 2 Parceria entre *AgTech* e *Startup* ..... 33
Figura 3 *AgTech* e acesso à investimento ..... 34
Figura 4 Ecossistema de agricultura digital da Embrapa Informática Agropecuária ..... 37

## Boxs

Box 1 O papel das cooperativas no processo de difusão tecnológica na agricultura: a experiência da agraria, Paraná ..... 64
Box 2 Desafios para inserção dos pequenos e médios produtores: o caso da Cocamar, Paraná ..... 65
Box 3 A experiência do IDR-PR na extensão rural a partir do uso de tecnologias digitais ..... 68
Box 4 Projeto semear: concepção do Distrito Agro-Tecnológico (DAT) ..... 79

## Mapa

Mapa 1 Municípios com acesso à internet por tecnologia de fibra ótica e sem acesso à internet nas áreas rurais no Brasil em 2019 ..... 28
Mapa 2 Distribuição das 1125 *startups* por região ..... 31

# INTRODUÇÃO

As tecnologias digitais estão produzindo mudanças profundas na organização da sociedade, perpassando todas as esferas, da Economia à Cultura. Na economia muitos dos impactos são visíveis assim como muitas das tendências já são claras: está em curso um processo de "robotização" dos sistemas produtivos e de "uberização" nas relações de trabalho. O alcance dos impactos das tecnologias digitais na sociedade ainda precisa ser mais bem dimensionado e analisado, mas o pouco que já se sabe permite afirmar que essas tecnologias provocarão mudanças radicais no modo de produzir e no estilo de vida das sociedades.

Setor tradicionalmente retardatário, a agricultura não está fora deste processo. Ao contrário, no Brasil a agricultura e o agronegócio em geral estão de fato na liderança em muitas áreas nas quais as tecnologias digitais vêm se difundindo rapidamente. Em alguns segmentos essa nova onda de inovação já está produzindo mudanças significativas, e tudo indica que o potencial é grande, e que ao longo da próxima década ocorrerá um abrangente redesenho no setor.

Sabemos bem que as tecnologias e as inovações não são neutras. Mesmo em economias e indústrias mais homogêneas os impactos das inovações são diferenciados e alguns atores/empresas conseguem se aproveitar melhor do que outros de processos inovativos. Isto ocorre mesmo entre empresas do mesmo porte, com indicadores de competitividade equivalentes, mas que desenvolvem diferentes habilidades que facilitam a apropriação de certos processos de inovação, ou se encontram em momentos diferentes do ciclo de investimentos, para lembrar de dois fatores que ajudam a esclarecer o argumento do impacto diferenciado da inovação mesmo entre iguais.

Estes impactos diferenciados são ainda maiores em economias e setores estruturalmente heterogêneos, como é o caso do Brasil e da agricultura brasileira. 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. Este risco é grande, em especial quando se leva em conta a heterogeneidade da agricultura brasileira, e que um número expressivo de produtores ficou à margem das ondas de inovação que transformaram o setor nos últimos 50 anos, desde a década de 1970.

O pano de fundo deste estudo sobre a agricultura digital ou 4.0 no Brasil, seu objetivo geral, é justamente buscar conhecimento sobre a inclusão dos pequenos e médios produtores/empresas neste processo. Portanto, nosso olhar precisa estar sempre atento para este objetivo maior do trabalho.

# MODERNIZAÇÃO E HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL DA AGRICULTURA BRASILEIRA: O CONTEXTO DA AGRICULTURA 4.0

I

Nos últimos 50 anos a agricultura brasileira transformou-se de forma profunda e abrangente. O padrão de crescimento extensivo, baseado na incorporação de terra e mão de obra, exploração predatória dos recursos naturais, utilização de sistemas produtivos tradicionais, de baixa produtividade, deu lugar a um padrão de crescimento baseado principalmente em aumento da produtividade total dos fatores propiciados pela inovação tecnológica. De acordo com estudos realizados por Gasques *et al.* (2020), no período 1970 a 2017 (data da realização do último Censo Agropecuário), o produto agropecuário cresceu 3,29% a.a., e a produtividade total dos fatores 2,21% a.a. Os autores destacam o crescimento relativamente baixo da utilização de insumos, que foi de 1,0% a.a., como uma das características positivas das tecnologias para agricultura tropical que vem sendo utilizadas no Brasil e resultado em elevação total de produtividade lastreada também na adoção de boas práticas e não apenas no uso intensivo de insumos.

Ainda que esse padrão de crescimento não tenha eliminado a incorporação de novas terras nas áreas de fronteira, que continuou sendo ocupada, o saldo líquido da intensificação da produção foi uma considerável economia de terra. Segundo estimativas de Vieira Filho (2019), como resultado do efeito "poupa terra", a agricultura brasileira economizou 366 milhões de hectares no período 1990-2015, resultado da diferença entre a área utilizada em 2015 e aquela que seria necessária para alcançar a mesma produção obtida em 2015 considerando o nível de produtividade média de 1990.

De fato, Alves et al. (2013) estimaram, com base nas informações do Censo Agropecuário de 1995-96, que já em meados daquela década a tecnologia explicava 50,6% do aumento da produção, o trabalho 31,3% e a terra apenas 18,1%. Vieira Filho, Gasques e Ronsom (2020) aplicaram a função de produção Cobb-Douglas para os anos de 2006 e 2017, usando uma amostra de 1.130.657 e 1.853.234 estabelecimentos, e concluíram que a tecnologia explicava 56,8% e 60,6%, respectivamente, do crescimento simulado de 100% do Valor Bruto de Produção, enquanto o trabalho e a terra respondiam por 21,6% em 2006 e depois por 19,5% e 19,8%%, respectivamente.

De outro lado, sabe-se que as transformações do sistema produtivo foram diferenciadas entre produtores, produtos e regiões, refletindo a profunda heterogeneidade estrutural que caracteriza a agricultura brasileira. Alves e Rocha (2010), analisando a estrutura da produção, estimaram que apenas 0,62% dos estabelecimentos agropecuários respondiam pela metade da produção total (em valor bruto), enquanto 66% dos estabelecimentos mais pobres, com renda bruta mensal de até 2 salários-mínimos (SM), respondiam por apenas 3,27% da renda bruta gerada pela agricultura brasileira. Os estabelecimentos com renda de entre 2 e 10 SM e de 10 a 200 SM, representando 22,63 e 10,74% do total de estabelecimentos, produziram 10% e 35,46%, respectivamente, da renda bruta total. As informações atualizadas pelo Censo Agropecuário de 2017 revelam que, a despeito de um conjunto de políticas voltadas para fortalecer a agricultura familiar (Pronaf), a concentração da produção se acentuou: enquanto 980 mil estabelecimentos respondiam por 62,3% do valor bruto da produção, 3,7 milhões de unidades foram responsáveis por 37,7% do VBP.

Ainda que, historicamente, a má distribuição das terras seja diretamente associada à heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira, nas últimas décadas o principal determinante da dinâmica produtiva e da reprodução das desigualdades foi a capacidade de absorção tecnológica, ou seja, de inovação em geral.

Em relação a esse traço, é preciso ter claro que o relativo atraso tecnológico de um grande número de produtores, em particular os pequenos, não se deve apenas, e nem principalmente, à falta de tecnologia adequada ou ao tamanho do estabelecimento, tese amplamente difundida nos meios acadêmicos (ver Carvalho, 1992; Castro, 2012). Segundo Buainain et al. (2007), as dificuldades e obstáculos enfrentados pelos agricultores familiares estão localizados no âmbito das condições de inovação, que envolvem muito mais fatores e combinações que podem ser bem complexas do que as características da tecnologia em si e/ou o tamanho da propriedade.

Destacam os seguintes, agrupados segundo a natureza das variáveis envolvidas, e que são aqui reproduzidos por serem úteis para refletir sobre a inserção dos pequenos produtores rurais na Agricultura 4.0: (i) características socioeconômicas dos produtores (idade, nível educacional, experiência profissional, renda e patrimônio); (ii) grau de organização dos produtores, particularmente relevante para os pequenos produtores, em geral espalhados no território, que enfrentam restrições associadas à escala mínima e capacidade para investimentos fixos; (iii) disponibilidade e acesso à informação; (iv) características da produção e dos sistemas produtivos (intensivos em capital ou mão-de-obra, especializados/diversificados, anuais, permanentes, ciclos mais curtos ou longos); (v) características das propriedades e dos produtores (localização, tamanho, topografia, condição fundiária, de aversão ao risco); (vi) fatores sistêmicos (por exemplo, infraestrutura de estrada, energia e irrigação; logística, rede de distribuição e assistência técnica às máquinas, equipamentos e instrumentos em geral); (vii) contexto macroeconômico, institucional e políticas públicas em geral (serviços de assistência técnia e extensão rural; instituições de C&T; direitos de propriedade); (viii) políticas setoriais e (ix) fatores aleatórios (Buainain *et al.*, 2007).

Vieira Filho, Gasques e Ronsom (2020) compartilham essa visão, e consideram que "os aspectos que impactam os resultados de produção dos estabelecimentos em geral estão relacionados às restrições internas, da personalidade do gestor, e externas ou do mercado", e esses mesmos aspectos explicam tanto o desempenho diferenciado entre os estabelecimentos como a concentração da geração de renda "(...) em um grupo restrito estabelecimentos, enquanto a maioria deles ficou à margem da modernização." Para Alves *et al.* (2013), os traços da personalidade, como aversão ao risco, disciplina e ambição do agricultor, o acesso ao conhecimento, ao crédito e aos serviços de extensão rural são fatores determinantes da escolha e adoção da tecnologia.

A presente onda de inovação tecnológica e organizacional, associada à tecnologia de informação e digitais, que vem sendo chamada como Agricultura 4.0, será fortemente marcada pela capacidade de inovação dos produtores, e as persistentes condições de heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira apontam para o risco elevado de aprofundamento da concentração e das desigualdades.

No sentido de apresentar uma visão geral da heterogeneidade estrutural, e dos aspectos mais relevantes para a inserção dos produtores rurais neste processo de inovação abrangente que vem sendo denominado Agricultura 4.0, recorre-se ao trabalho de Vieira Filho, Gasques e Ronson (2020), que sintetiza as informações do Censo Agropecuário 2017, para os estabelecimentos estratificados pelo nível de renda em salário-mínimo equivalente – SME, complementadas por tabulações próprias dos autores.

## A. Acesso à orientação técnica

Sabe-se que o acesso à orientação técnica é particularmente relevante para os pequenos e médios agricultores, cujo perfil tradicional não assegura autonomia para dominar novas tecnologias independentemente de apoio externo (Souza Filho et al., 2011). O Censo de 2017 revela que apenas 20,7% dos estabelecimentos, em todo o Brasil, havia recebido

algum tipo de orientação técnica, sendo este percentual ainda menor (18,7%) entre os agricultores familiares. Ainda que não seja inteiramente válido correlacionar o nível de renda ao tamanho do estabelecimento, o acesso à assistência técnica é fortemente diferenciado segundo o estrato de renda. Apenas 17,9% e 35,5% dos estabelecimentos com renda de 1 até 2 SME e de 2 até 10 SME, respectivamente, receberam orientação técnica, percentuais que saltam para 64,6% e 88,8% para os com renda de 10 a 200 e acima de 200 SME.

As diferenças não se limitam ao nível de renda, e também são observadas entre as regiões e os tipos de produtores, familiares e não-familiares. As regiões com agricultura mais avançada e moderna registraram percentuais mais elevados de orientação técnica do que as mais atrasadas, onde tais serviços são a princípio mais necessários. Na região Nordeste apenas 8,4% dos estabelecimentos indicaram recebimento de orientação, enquanto na região Sul o percentual foi de 50,2%. As diferenças entre familiares e não familiares também são marcantes, e com exceção da Região Sul o percentual de estabelecimento não familiar com assistência técnica foi quase o dobro dos familiares.

Ou seja, mesmo sem levar em conta a qualidade da assistência técnica, que tende a acompanhar o nível de renda, a situação revela uma preocupante precariedade, que sem dúvida tende a limitar a capacidade de inovação dos agricultores com menor nível de renda para adotar tecnologias mais complexas cujo manejo requerem apoio externo.

## B. Características socioeconômicas do produtor e família

As características socioeconômicas do produtor rural e da família têm, como regra, papel importante na trajetória produtiva e tecnológica do estabelecimento. Experiência e tradição na agricultura, prática em gestão, inserção em mercados, capacidade de obter e processar informações são fatores destacados como relevantes para explicar decisões referentes à produção e ao desempenho em geral. Um indicador amplamente utilizado para representar essas capacidades é a escolaridade e a própria formação profissional do produtor (Lacki, 1998; Souza Filho et al., 2011).

O perfil educacional do agricultor brasileiro reflete, ainda que com maior intensidade, a desigualdade que caracteriza a educação do país. Em apenas 15% do total de estabelecimentos o produtor concluiu o ensino médio, e entre os familiares o percentual é ainda mais baixo, de 12,4%. No caso da formação superior, apenas 5,6% do total de produtores indicaram ter curso superior completo, sendo que entre os familiares o percentual é de 2,7% (15,1% entre os não-familiares). Ora, não se pode ignorar que a gestão das novas tecnologias é mais complexa e exige tanto o acesso a serviços de treinamento continuados como autonomia para aprender operando, a partir de informações obtidas na própria web, com a experiência de terceiros, testando, errando, corrigindo e aprendendo. Educação é cada vez mais importante para a inovação na economia digital.

Os autores mencionados reúnem os indicadores de fatores que impactam as inovações, entre os quais o capital, processo produtivo, características do produtor e acesso à informação.

## C. Nível de capitalização e inovação

O nível de capitalização é um importante condicionante dos processos de inovação geral, e mais ainda em se tratando dos pacotes associados às tecnologias 4.0, que requerem alguma infraestrutura no estabelecimento, instalações e energia elétrica de qualidade.

Observa-se considerável progresso no fornecimento da energia elétrica, que em 2017 alcançava quase 84% dos estabelecimentos rurais brasileiros. No entanto, informações de terreno indicam que em muitas áreas a qualidade do fornecimento da energia elétrica é baixa, o que limita e/ou encarece a incorporação de tecnologia e sistemas produtivos que necessitam energia, desde simples resfriadores de leite até sistemas integrados e automatizados de irrigação. Ademais, o fornecimento também e diferenciado nas várias regiões e entre os produtores rurais. Entre os produtores familiares, por exemplo, o acesso à energia elétrica variava de 70,3% na Região Norte a 92,2% no Sul (ver tabela 2).

O trator não é um bom indicador do nível de capitalização, mas é o melhor apresentado pelo Censo Agropecuário, que indica que —talvez caiba o qualificativo "apenas"— 28,8% dos estabelecimentos tinham trator em 2017. Também neste caso os percentuais variam segundo o tipo de produtor e a região, confirmando a desvantagem dos familiares e o atraso da mecanização nas regiões menos desenvolvidas do país. É preciso qualificar que o acesso ao trator é "facilitado" por programas de financiamento especiais e pela forte presença da indústria e sua rede de distribuidores, o que não acontece com outros equipamentos e implementos. Paradoxalmente, é mais fácil fazer um investimento mais custoso, para o qual o produtor rural pode recorrer a financiamentos oficiais, do que pequenos investimentos que envolvem a montagem de "pacotes" com itens de diferentes fontes, e que não contam com esquemas consolidados de financiamento ou cujo financiamento é feito diretamente pelo vendedor, em condições que no Brasil tem sido desfavoráveis.

**Tabela 1**
Indicadores que podem acelerar ou retardar as inovações no Brasil (2006 e 2017)

| Indicadores por grupo temático | Indicadores | 2006 | Percentagem | 2017 | Percentagem |
|---|---|---|---|---|---|
| Capital | Estabelecimentos com energia elétrica | 3 595 667 | 69,5 | 4 217 362 | 83,1 |
| | Área irrigada (milhões de hectares) | 4,5 | | 6,7 | |
| Processo produtivo | Estabelecimentos com tratores | 530 346 | 10,2 | 1 461 117 | 28,8 |
| | Plantio em nível | 1 513 876 | 29,3 | 480 428 | 9,5 |
| | Não fizeram adubação | 3 337 063 | 64,5 | 2 901 941 | 57,2 |
| | Área em plantio direto (milhões de hectares) | 17,9 | | 33,1 | |
| | Nenhuma prática agrícola | 2 176 885 | 42,1 | 2 224 000 | 43,8 |
| Características do produtor | Idade do produtor - menor que 25 até 35 anos | 872 310 | 16,9 | 569 435 | 11,2 |
| | Não sabe ler e escrever | 1 268 098 | 24,5 | 1 164 710 | 23,0 |
| | Proprietário (a) da terra | 3 946 411 | 76,2 | 4 108 639 | 81,0 |
| Acesso à informação | Televisão | 2 378 608 | 46,0 | 2 665 873 | 52,5 |
| | Rádio | 3 623 346 | 70,0 | 1 580 691 | 31,2 |
| | Internet | 75 407 | 1,5 | 615 094 | 12,1 |
| Amostra | Total de estabelecimentos | 5 175 636 | 100 | 5 073 324 | 100,0 |

**Fonte**: Vieira Filho, Gasques e Ronson (2020) com base nos Censos Agropecuários do IBGE (2006 e 2017).

## D. Práticas agrícolas e inovação

Os indicadores gerais de processo produtivo para 2017 reafirmam que, a despeito de alguns progressos em relação a 2006, a heterogeneidade é ainda marcante: 43,8% dos estabelecimentos não se beneficiavam de nenhuma prática agrícola, 57,2% não fizeram

nenhuma adubação e apenas 9,5% fizeram plantio em nível. Esses percentuais são menos favoráveis para a agricultura familiar: 43,3%, 57,4% e 8,6%, respectivamente.

## E. Características dos produtores

As características dos produtores rurais indicam as dificuldades e o potencial para a difusão das novas tecnologias. De um lado, a agricultura brasileira passa por uma mudança generacional, e o grupo de produtores jovens vem assumindo a gestão dos estabelecimentos familiares. São pessoas com nível mais elevado de escolaridade, maior familiaridade com as tecnologias digitais e mais abertos —pela própria idade— às inovações em geral. Em relação ao total, o percentual não é elevado, e apenas 11,2% dos estabelecimentos têm à frente jovens com até 35 anos e 41,9% com idade de 35 a 55 anos e quase a metade acima de 55 anos. Isso significa que nos próximos anos um número significativo de estabelecimentos será assumido por herdeiros, ou mudará de mãos, fator que favorece a inovação. De outro lado, o percentual de analfabetos é elevado (23%), com significativas diferenças entre os tipos de produtores e as regiões do país: nas regiões Norte e Nordeste encontram-se os percentuais mais elevados, 20,4% e 38,2%, respectivamente e nas demais regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste esse percentual equivale a 9,9%, 4,2% e 8,8%, em sequência. Entre os agricultores familiares são 26,4% de analfabetos.

**Tabela 2**
Proporção de estabelecimentos, em percentual, da agricultura familiar com acesso Às condições de infraestrutura em 2017

| Especificação | Brasil | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Energia elétrica | 82,92 | 70,73 | 79,14 | 90,00 | 92,22 | 90,82 |
| Internet | 31,19 | 20,62 | 23,48 | 39,91 | 51,38 | 29,85 |
| Informações técnicas | 72,36 | 64,05 | 64,21 | 80,09 | 88,44 | 85,47 |
| Ensino médio | 12,40 | 12,94 | 9,37 | 15,34 | 15,03 | 19,23 |
| Ensino superior | 2,71 | 2,14 | 1,23 | 5,19 | 3,49 | 6,14 |
| Orientação técnica | 18,17 | 8,82 | 7,33 | 24,53 | 48,88 | 16,45 |

**Fonte**: elaboração própria a partir dos dados do Censo Agropecuário 2017 (2020).
**Nota**: Estabelecimentos que recebem informações técnicas por TV, internet, rádio, jornal, reunião etc.

## F. Acesso à informação e de infraestrutura de internet

Finalmente, os indicadores de acesso à informação e de disponibilidade de infraestrutura de internet revelam que o meio rural, em geral, ainda não entrou no século XXI. Apenas 12,1% dos estabelecimentos contavam com internet, 31,2% apenas o rádio e 52,5 dispunham de TV. Para a agricultura familiar e as regiões Norte e Nordeste esses indicadores também revelam um quadro mais preocupante e limitante para as inovações: 9%, 31,4% e 51,6%, respectivamente, para acesso à internet, rádio e TV entre os agricultores familiares. Entre os agricultores das regiões Norte e Nordeste são 6,4% e 5,1% com internet; 25,7% e 25,3% com rádio; e 41,2% e 45,6% com TV.

# IMPORTÂNCIA DOS PEQUENOS PRODUTORES RURAIS NO BRASIL E DISPONIBILIDADE DE INFRAESTRUTURA

II

A referência ao pequeno produtor rural no Brasil deve ser cercada de cuidados e alertas, e as análises, mesmo se detalhadas, são úteis apenas como aproximações de uma realidade que só pode ser relatada e compilada em vários tomos. A chamada pequena produção é profundamente heterogênea, e diferentemente da agricultura familiar —também muito heterogênea, mas que tem como traço comum o trabalho da família— a pequena produção talvez não tenha nenhum traço comum, nem mesmo o de ser pequena em termos de área. Em um país continental como o Brasil, com biomas tão distintos, a área que caracteriza um pequeno produtor no Sul do país é muito diferente da área de um pequeno produtor no bioma amazônico, ou no semiárido Nordestino.

O módulo fiscal, fixado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Incra) para cada município, como a unidade agrária mínima para prover o sustento para uma família, varia de 5 a 110 hectares. A Lei nº 8.629/1993 (Art. 4, II e III) considera como minifúndio um imóvel com menos de 1 módulo, pequena propriedade os estabelecimentos com área entre 1 e 4 módulos (20 a 440 hectares), média os imóveis com área superior a 4 e até 15 módulos e grande acima de 15. Isto significa que um estabelecimento de 25 hectares pode ser um minifúndio, pequeno ou médio, segundo o município, da mesma maneira que um imóvel de 80 hectares pode ser um minifúndio se estiver localizado em um município cujo módulo é de 110 hectares ou uma grande propriedade, se estiver em um município com módulo de 5 hectares. Isto dá uma indicação da complexidade de análises agregadas para a pequena propriedade no Brasil.

Feitos esses esclarecimentos, preparou-se um conjunto de informações sobre os estabelecimentos com área de até 50 hectares, que representam 81,4% do total de estabelecimentos rurais, são responsáveis por 23,7% do VBP, ocupam 71,7% das pessoas e representam a ocupação de apenas 12,8% da área (tabela 3). Mantém-se, portanto, a concentração observada por Alves (2012) com base no Censo Agropecuário de 2006, uma vez que 874 mil estabelecimentos agropecuários com área maior que 50 hectares responderam, em 2017, por 76,3% do VBP. Note-se que essas características variam entre as regiões: no Norte e Centro-Oeste os médios e grandes estabelecimentos são ainda mais fortes, e tanto o número como a área ocupada pelos pequenos são mais baixos. No Sul e Nordeste a presença dos pequenos é mais acentuada, o que se reflete nos 4 indicadores: participação dos estabelecimentos, área ocupada, VBP e ocupações.

**Tabela 3**
Comparação das características dos pequenos e médios estabelecimentos agropecuários em relação ao total de estabelecimentos agropecuários por grandes regiões em 2017

| Região | Estabelecimentos (mil) | | Área (milhões ha) | | VBP[a,b] (bilhões R$) | | Ocupações (milhões) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Total | < 50 ha (em porcentagens) | Total | < 50 ha (em porcentagens) | Total | < 50 ha (em porcentagens) | Total | < 50 ha (em porcentagens) |
| Brasil | 5 073 | 81,4 | 351,3 | 12,8 | 465 | 23,7 | 15,11 | 71,7 |
| Norte | 581 | 66,1 | 65,2 | 8,5 | 31 | 22,5 | 2,01 | 63,1 |
| Nordeste | 2 323 | 87,9 | 70,9 | 22,1 | 54 | 32,4 | 6,38 | 82,8 |
| Sudeste | 969 | 80,3 | 60,3 | 16,6 | 132 | 24,6 | 3,19 | 62,6 |
| Sul | 853 | 85,2 | 42,9 | 23,1 | 123 | 37,2 | 2,34 | 76,0 |
| Centro-Oeste | 347 | 57,3 | 112,0 | 3,3 | 125 | 5,9 | 1,19 | 42,2 |

**Fonte**: elaborado pelos autores com base no Censo Agropecuário/IBGE 2017 (2020).
[a] Do total dos estabelecimentos, 4.751.193 registraram algum VBP. Dos estabelecimentos com até 50 hectares, 3.877.250 registraram algum VBP.
[b] Em geral, as receitas monetárias correspondem a 90% do valor da produção.

Mais importante ainda é destacar as acentuadas diferenças no baixo nível de renda dos produtores com menos de 50 hectares. Considerando o Valor Bruto da Produção como *proxy* para a renda[1], nas regiões Sul e Sudeste a "renda" foi de quase 6 e 4,1 salários-mínimos mensais (SMM), respectivamente, enquanto nos estabelecimentos das regiões Norte e Nordeste foi de 1,7 e 0,8, respectivamente. Ainda considerando que as despesas sejam baixas, esse nível de renda não é suficiente sequer para situar as famílias acima da linha de pobreza, o que revela que a inovação, mesmo as mais simples, teriam que ser impulsionadas por meio de políticas públicas que não parecem disponíveis.

Vale destacar que 50% do VBP gerado vem das culturas da lavoura temporária, com a forte presença dos grãos e da cana de açúcar, segmentos nos quais a produção em larga escala é dominante. Ainda assim, quase metade da produção brasileira está associada a atividades nas quais os pequenos e médios ocupam certo espaço, e têm potencial para prosperar, tais como o leite, a floricultura, a horticultura e a extração vegetal. O que se observa, no entanto, é que mesmo nesses segmentos, os valores de produção médios dos estabelecimentos não correspondem a um salário-mínimo mensal (ver tabela 4).

Em relação à disponibilidade de infraestrutura e acesso aos serviços básicos —ambos indispensáveis para a disseminação das tecnologias digitais entre os pequenos— observa-se tanto a heterogeneidade regional como os níveis ainda insatisfatórios de provisão e acesso. Na região Sul, 90% dos estabelecimentos com menos de 50 hectares tem acesso à energia elétrica enquanto na região Norte o percentual é de 70%. Em relação à internet, aproximadamente 15% dos estabelecimentos da região Norte possuem internet, percentual que sobre para 42,4% na região Sul.

[1] O Valor Bruto de Produção não se confunde com a Renda, que é apenas uma parte do VBP cuja magnitude tende a ser inversamente à intensidade de capital e ao nível tecnológico do processo produtivo. Isso significa que nas regiões Sul e Sudeste, onde os produtores são mais tecnificados, a proporção da renda no VBP é seguramente menor do que no Norte e Nordeste, onde os pequenos produtores gastam pouco com insumos, mão de obra externa e serviços em geral.

**Tabela 4**
Disponibilidade de infraestrutura e serviços básicos dos estabelecimentos agropecuários com até 50 hectares e mais de 50 hectares no Brasil por grandes regiões em 2017

| Região | Energia elétrica < 50 ha (em porcentagens) | | Orientação técnica < 50 ha (em porcentagens) | | Internet < 50 ha (em porcentagens) | | Acesso informação < 50 ha (em porcentagens) | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha |
| Brasil | 83,7 | 80,8 | 17,9 | 30,1 | 27,8 | 28,6 | 72,4 | 80,1 |
| Norte | 70,4 | 74,4 | 8,3 | 14,4 | 15,0 | 16,8 | 62,0 | 73,6 |
| Nordeste | 80,4 | 68,3 | 7,5 | 13,1 | 21,8 | 20,8 | 64,8 | 69,1 |
| Sudeste | 89,2 | 92,4 | 24,7 | 44,8 | 36,0 | 38,5 | 80,1 | 87,1 |
| Sul | 92,0 | 88,2 | 45,5 | 66,6 | 42,4 | 50,1 | 87,7 | 93,4 |
| Centro-Oeste | 91,0 | 91,3 | 16,3 | 33,4 | 28,7 | 28,3 | 85,0 | 89,5 |

**Fonte**: elaborado pelos autores com base no Censo Agropecuário/IBGE 2017 (2020).

Os dados de utilização e suporte tecnológico à produção dos estabelecimentos agropecuários corroboram as informações anteriores e indicam que, exceto nas regiões Sul e Sudeste, a proporção dos estabelecimentos com menos de 50 hectares que utilizam tecnologias é relativamente baixa.

**Tabela 5**
Acesso a suporte tecnológico à produção dos estabelecimentos agropecuários com até 50 hectares e mais de 50 hectares no Brasil por grandes regiões em 2017

| Região | Adubação[a] < 50 ha (em porcentagens) | | Agrotóxico[b] < 50 ha (em porcentagens) | | Calcário < 50 ha (em porcentagens) | | Irrigação | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | Estabelecimentos < 50 ha (em porcentagens) | | Área (milhões ha) | |
| | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha | < 50 ha | + 50 ha |
| Brasil | 48,9 | 42,4 | 35,0 | 39,1 | 12,8 | 21,0 | 10,5 | 7,5 | 1,6 | 5,1 |
| Norte | 22,4 | 18,3 | 21,3 | 32,9 | 6,2 | 8,7 | 7,4 | 3,5 | 0,1 | 0,3 |
| Nordeste | 36,4 | 24,6 | 26,3 | 29,1 | 3,5 | 5,1 | 9,9 | 9,5 | 0,5 | 0,8 |
| Sudeste | 66,9 | 65,5 | 35,5 | 38,2 | 29,6 | 37,9 | 17,9 | 11,7 | 0,9 | 1,8 |
| Sul | 81,1 | 80,5 | 68,6 | 69,4 | 24,4 | 44,7 | 6,7 | 8,5 | 0,2 | 1,5 |
| Centro-Oeste | 41,0 | 45,7 | 26,2 | 41,8 | 14,3 | 25,4 | 7,3 | 2,5 | 0,0 | 0,7 |

**Fonte**: elaborado pelos autores com base no Censo Agropecuário/IBGE 2017 (2020).
[a] Inclui os estabelecimentos que não fizeram adubação, mas costumam fazer.
[b] Inclui os estabelecimentos que não utilizaram, pois não precisaram.

A tabela descrita acima, com base nas informações disponíveis, revela um contexto preocupante em relação às perspectivas de inserção dos pequenos produtores no processo de inovação em curso. Os indicadores médios para esses produtores, na medida em que escondem a profunda heterogeneidade entre eles, acentuam a perspectiva negativa e as dificuldades associadas ao atraso tecnológico, ao baixo nível de renda, à pobreza de um grande número, baixa capitalização e déficits de infraestrutura e acesso aos serviços tecnológicos. Mas mesmo os números médios deixam entrever que um grupo de produtores pequenos se diferencia do retrato médio e, por analogia ao observado por Guanzirolli, Buainain e Sábatto (2012) para os agricultores familiares,

respondem por percentual significativo do VBP, são capitalizados, usam tecnologia mais avançada e estão mais bem inseridos nos mercados e cadeias mais dinâmicas do agronegócio. Esse grupo, impossível de mensurar com base nos dados gerais disponíveis, está concentrado nas regiões Sul e Sudeste, mas com presença também no Nordeste, principalmente nos perímetros irrigados, e poderiam se beneficiar das tecnologias digitais. Enfrentam, no entanto, obstáculos para o acesso e utilização, que serão abordados nas próximas sessões.

**Tabela 6**

Estabelecimentos e valor da produção dos estabelecimentos agropecuários com até 50 hectares, em percentual, e valor da produção médio convertido em quantidade de salários-mínimos mensais em 2017

| Produção | Variável | Brasil | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Geral | Estabelecimentos (%) | 81,6 | 66,6 | 88,0 | 80,2 | 85,2 | 57,3 |
| | Valor da Produção (%) | 23,7 | 22,5 | 32,4 | 24,6 | 37,2 | 5,9 |
| | SMM (Un.) | 2,5 | 1,7 | 0,8 | 4,1 | 5,9 | 3,7 |
| Leite | Estabelecimentos (%) | 74,2 | 47,3 | 77,3 | 72,8 | 88,6 | 59,7 |
| | Valor da Produção (%) | 51,7 | 35,2 | 50,7 | 39,2 | 73,1 | 40,1 |
| | SMM (Un.) | 1,7 | 1,1 | 0,7 | 2,0 | 2,7 | 1,7 |
| Floricultura[a] | Estabelecimentos (%) | 94,2 | 91,0 | 95,0 | 93,8 | 96,2 | 92,0 |
| | Valor da Produção (%) | 72,7 | 68,8 | 39,4 | 73,1 | 89,4 | 70,7 |
| | SMM (Un.) | 7,3 | 1,1 | 1,7 | 11,8 | 5,6 | 4,2 |
| Horticultura | Estabelecimentos (%) | 93,9 | 88,1 | 95,6 | 93,7 | 95,4 | 92,0 |
| | Valor da Produção (%) | 82,8 | 86,5 | 88,1 | 80,6 | 84,8 | 83,6 |
| | SMM (Un.) | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 1,0 | 0,5 | 0,8 |
| Extração vegetal | Estabelecimentos (%) | 82,1 | 78,8 | 83,2 | 86,1 | 86,5 | 74,1 |
| | Valor da Produção (%) | 66,1 | 73,5 | 63,8 | 51,4 | 71,7 | 29,1 |
| | SMM (Un.) | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,4 | 1,6 |
| Lavoura permanente | Estabelecimentos (%) | 86,3 | 72,6 | 91,5 | 87,4 | 91,1 | 72,5 |
| | Valor da Produção (%) | 37,9 | 48,0 | 44,5 | 32,3 | 59,1 | 33,4 |
| | SMM (Un.) | 1,4 | 0,6 | 0,6 | 2,5 | 2,4 | 1,2 |
| Lavoura temporária | Estabelecimentos (%) | 86,2 | 74,5 | 89,8 | 80,0 | 87,1 | 62,8 |
| | Valor da Produção (%) | 11,7 | 22,2 | 15,9 | 6,3 | 25,2 | 1,1 |
| | SMM (Un.) | 0,4 | 0,5 | 0,1 | 0,5 | 1,1 | 0,8 |
| Agroindústria | Estabelecimentos (%) | 85,2 | 78,1 | 86,2 | 80,2 | 89,8 | 65,5 |
| | Valor da Produção (%) | 44,4 | 61,8 | 44,8 | 40,5 | 77,6 | 11,7 |
| | SMM (Un.) | 0,4 | 0,5 | 0,3 | 1,4 | 0,3 | 1,1 |
| Silvicultura | Estabelecimentos (%) | 82,9 | 61,7 | 84,2 | 67,5 | 86,7 | 56,8 |
| | Valor da Produção (%) | 17,1 | 2,4 | 7,0 | 16,0 | 22,9 | 3,8 |
| | SMM (Un.) | 2,7 | 1,2 | 0,9 | 6,3 | 2,4 | 6,0 |
| Produção animal[b] - leite | Estabelecimentos (%) | 75,5 | 54,9 | 84,2 | 72,6 | 82,6 | 54,4 |
| | Valor da Produção (%) | 28,2 | 6,9 | 42,0 | 32,5 | 49,5 | 11,5 |
| | SMM (Un.) | 1,5 | 0,5 | 0,6 | 2,3 | 2,9 | 2,6 |

**Fonte**: elaborado pelos autores com base no Censo Agropecuário/IBGE 2017 (2020).
**Nota**: salário-Mínimo mensal (SMM) do ano de 2017 era de R$ 937,00.
[a] Para a floricultura, o Censo Agropecuário 2017 disponibiliza dados a respeito do valor de venda.
[b] Os resultados do valor da produção animal foram estimados a partir da redução dos valores de produção dos demais tipos de produção agrícola do VBP.

# OS *DRIVERS* DA AGRICULTURA 4.0 NO BRASIL

III

A aplicação das tecnologias digitais no âmbito da agricultura tem potencial para de fato revolucionar a dinâmica do setor. As diferentes aplicações para o campo permitem desde o acompanhamento das condições climáticas, do crescimento da plantação, do desempenho das máquinas agrícolas até o acompanhamento detalhado da saúde dos animais e a rastreabilidade dos produtos. Essas aplicações têm potencial para trazer importantes ganhos, em termos de volume, qualidade e eficiência da produção, aumentando a competitividade dos produtos agropecuários brasileiros no cenário internacional. O McKinsey Global Institute avaliou que no Brasil a aplicação da tecnologia digital pode resultar em ganhos de US$ 5,5 a US$21,1 bilhões até 2025. A revolução não se limita à tecnologia usada pelos produtores, mas impacta toda a cadeia de valor e o próprio ecossistema de inovação.

No passado, as inovações na agricultura estavam fortemente atreladas à pesquisa pública —que se mantem relevante, mas que perdeu o protagonismo quase exclusivo. No âmbito da agricultura 4.0 a inovação e a difusão tecnológica vêm sendo impulsionadas também por uma plêiade de atores, movidos por dinâmicas distintas, voltadas a objetivos e públicos também diferenciados. São pequenas, médias e grandes empresas, competindo —mas também cooperando— intensamente, gerando e/ou adaptando novidades às condições do Brasil, empenhadas em ganhar espaço junto aos produtores, em conquistar parcela relevante do mercado, estabelecer seus padrões como os dominantes e assumir a liderança de processos e definições estratégicas que certamente moldarão o futuro do setor e definirão ganhadores e perdedores.

Neste âmbito, emergem as *AgTechs*, *startups*, pequenas, flexíveis e suficientemente criativas para identificar problemas, muitos pontuais, mas nem por isso menos importantes, buscar possíveis soluções e levantar recursos junto a investidores dispostos a correr riscos para transformar ideias em produtos e serviços potencialmente rentáveis. Sem passado para amarrá-las, tanto do ponto de vista tecnológico como organizacional, vêm permeando todo o sistema, com liberdade e flexibilidade para articular-se com instituições de pesquisa estabelecidas, com a Embrapa e as universidades, como parceiras em projetos de pesquisa inovadoras, ou complementando trabalhos já realizados; ou para atuar diretamente junto aos clientes como provedoras de soluções intermediárias a partir das plataformas não customizadas de grandes empresas; ou em projeto autônomo cujo *pay off* em caso de sucesso tem sido muito remunerador.

As inovações na agricultura foram tradicionalmente induzidas de fora para dentro, e os agricultores foram tratados como conservadores, avessos ao risco e inovadores passivos, por meio de adoção de tecnologias não raramente impostas por agentes atuando à jusante e ou à montante da agricultura. Sem entrar no debate sobre a visão da inovação induzida, que independentemente de eventuais equívocos e lacunas apontadas pela literatura (Binswanger, 1974a; 1974b; Hayami; Ruttan, 1988) contribuiu para a compreensão da inovação na agricultura, o fato é que o agricultor está longe de ser um ator passivo e a inovação deixou de ser uma opção e passou a ser uma imposição, não mais da empresa x ou y, mas da concorrência em mercados cada vez mais regulados e que funcionam sob pressão de consumidores e agentes cada vez mais exigentes. É nesse sentido que Buainain *et al.* (2014) afirma que a "agricultura foi definitivamente inserida em um contexto shumpeteriano, no qual a concorrência atua como fator de coerção para a adoção de padrões econômico-institucionais mínimos, e mesmo os produtores de um país com a importância que o Brasil tem em certos

mercados agropecuários estão submetidos à força motriz e impositiva da concorrência. (....) os produtores não terão alternativas de sobrevivência se não forem capazes de se ajustar às exigências do mercado, e essas exigências significam, necessariamente, mudar a forma de produzir e de acumular." (Buainain *et al.*, 2014, p. 215).

No passado, quando se observa os saltos tecnológicos na agricultura, é fácil associá-los a um ou dois agentes/indústrias, responsáveis pela inovação e posterior difusão entre os agricultores. Foi assim com a mecanização, que propiciou aumento de escala e de produção, ainda nas primeiras décadas do século passado; com a introdução de sementes melhoradas, simbolizadas pelo milho híbrido; com o uso dos pesticidas e químicos em geral e mais recentemente com a difusão de sementes geneticamente modificadas.

Um traço diferenciador é que a transformação digital vem sendo promovida por múltiplos atores, operando em todos os elos da cadeia produtiva do agronegócio e da economia em geral, operando por motivações e dinâmicas próprias, que em alguns casos nem sequer diferenciam a agricultura e os agricultores. Apenas no sentido de tornar claro o argumento, tome-se o caso da digitalização do setor financeiro, que vem registrando progressos a olhos vistos. A introdução de internet banking, difusão dos aplicativos dos bancos, introdução de meios de pagamento digitais, uso de cartões virtuais e a contratação de transações em ambientes virtuais, para lembrar algumas inovações, é resultado da concorrência no setor bancário e de decisões determinadas por motivações específicas do setor. Mas o fato é que essas inovações impactam sobre os usuários e sociedade, que aos poucos vai aderindo à transformação digital, reduz as visitas às agências e passa a usar os aplicativos e demais facilidades criadas pelas inovações que vêm sendo introduzidas.

Quando se observa a cadeia da agropecuária é notável a transformação que está ocorrendo em todos os elos, dos produtores de máquinas, equipamentos e insumos aos distribuidores, comerciantes, indústria processadora, provedores de serviços em geral e os consumidores. Isto significa que a transformação digital da agricultura está recebendo inputs e pressão de todos os lados. Não é mais o resultado de mudanças em apenas 1 ou 2 segmentos, como no passado, mas parte de uma transformação geral, que está ocorrendo em toda a economia e sociedade, ainda que com velocidades e profundidades distintas.

As inovações, mesmo sendo determinadas por dinâmicas próprias dos mercados, em resposta a desafios/oportunidades específicas dos vários atores e setores, levam em conta, necessariamente, o ambiente institucional vigente, o conjunto de restrições e exigências que enquadram as ações dos agentes, seja no âmbito econômico, social, ambiental e institucional. Essa "pressão" oriunda de todos os elos da cadeia e da sociedade em geral se reflete, direta e indiretamente, no elo "agricultura", e os produtores rurais respondem aderindo ao processo de transformação digital, do qual não podem —e nem querem— escapar. Mas como se indicará adiante, os agricultores não são passivos e muito menos ingênuos, e em um processo de aprendizado que não exclui erros, vêm fazendo *screening* e seleção de tecnologia que são úteis e refutando os modismos e o experimentalismo ao qual só poucos podem se dar ao luxo.

As tecnologias digitais vêm sendo introduzidas e impulsionadas, de forma descoordenada, principalmente pela dinâmica de concorrência entre empresas que operam à jusante e à montante da agricultura. Em um segundo momento da transição para a agricultura digital, instituições do setor público e privado passaram a apoiar a geração e difusão de tecnologia e a buscar mecanismos de coordenação de políticas e iniciativas. O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) destaca-se como o principal articulador na área, com iniciativas que incluem a criação da Câmara do Agro 4.0, a Política Nacional de Incentivo à Agricultura de Precisão e a articulação de atores públicos e privados com interesse na área. Outros atores relevantes são a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae), as *AgTechs*, universidades, cooperativas e empresas estaduais de assistência técnica e extensão rural.

As cooperativas têm também atuado diretamente junto à base de produtores cooperados como canal de transmissão das tecnologias digitais. A atuação das cooperativas responde a pressões e dinâmicas próprias. Seus associados, que compõem o seu ativo mais valioso e que as diferenciam de outras empresas com as quais concorrem, têm sido cada vez mais assediados, de forma legítima —e às vezes também de formas oportunistas que chegam ao limite do que seria eticamente aceitável—, por agentes da cadeia produtiva que concorrem diretamente com as próprias cooperativas. Tanto os vínculos como a lealdade dos cooperados dependem, também, da contribuição que as cooperativas podem aportar para seus associados, do valor que podem agregar, na forma de serviços, acessos a mercados, capacitação, inovação tecnológica, dentre outros. Neste contexto, ficar de fora ou acompanhar passivamente, como expectador, a introdução e difusão da tecnologia digital implicaria ceder aos demais parceiros um papel estratégico que no limite poderia ameaçar a própria sustentabilidade das cooperativas. Por isso muitas têm atuado com vigor na intermediação das inovações tecnológicas, como parceiras das empresas de tecnologia, fazendo treinamento, dando assistência técnica, contribuindo para as escolhas e difusão de padrões compatíveis com os sistemas por elas próprias operadas.

Outro eixo de introdução da tecnologia digital, também promovido por cooperativas (dentre outros), é a necessidade de controlar a origem e qualidade dos produtos. A rastreabilidade não é novidade, e já vinha sendo usada de forma bastante ampla em algumas cadeias, como a de carnes. No entanto, o uso da rastreabilidade vinha sendo muitas vezes uma mera formalidade, apenas para atender regras aprovadas pelas autoridades sanitárias e fiscais. Útil para permitir algumas respostas em momentos de crise, na maioria das vezes suscitada por reclamações e ações de empresas e governos estrangeiros que ameaçavam as exportações brasileiras. Os próprios dados registrados eram limitados e de fato não possibilitavam o monitoramento completo do processo produtivo, necessário para assegurar e certificar a qualidade e sanidade dos produtos. O avanço das tecnologias digitais estão não apenas barateando a aquisição da tecnologia pelos produtores como também estão viabilizando seu uso, reduzindo o custo de utilização, pela automação da coleta de muitos dados e/ou uso de métodos digitais de coleta, que dispensam os velhos processos de imputar manualmente os dados em sistemas informatizados. Muitas cooperativas que atuam em mercados de produtos de alimentos, como no setor de café, cacau e frutas, estão introduzindo tecnologia para rastrear a qualidade e origem dos produtos, que já chegam aos seus armazéns "certificados". A rastreabilidade é, por isso mesmo, um fator cada vez mais relevante para a sustentabilidade da produção agropecuária, e já é um dos principais vetores para a difusão das tecnologias digitais. Esse papel ganhou ainda mais destaque com a pandemia, e a difusão do rastreamento será muito acelerada no mundo pós-pandemia.

As barreiras existem, e todas as pesquisas já publicadas e entrevistas realizadas as indicam com clareza. As limitações da infraestrutura de comunicação e conectividade no meio rural aparecem, na maioria dos discursos e análises, como o grande obstáculo para a ampla difusão das TICs no meio rural. No entanto, uma análise mais cuidadosa dos processos em curso revela que a conectividade é apenas uma barreira, e não "a" barreira. E nem sempre é de fato uma barreira relevante seja pela existência de múltiplas soluções tecnológicas válidas, que dispensam a conectividade necessária para operar redes 3G, 4G ou 5G, seja porque nem sempre a inovação que responde às necessidades reais dos produtores exige a adoção de pacotes completos que estejam na fronteira tecnológica. Na verdade, operar na fronteira é uma opção de poucas grandes empresas, com escala e capacidades para financiar e operar a adoção rápida do estado da arte da tecnologia. Para a maioria dos produtores a estratégia de inovação é passo a passo, fragmentada em etapas, em ritmo consistente com suas capacidades. Essa estratégia oferece a vantagem da viabilidade, na medida em que reduz custos e resistências; mas implica em riscos associados às mudanças de padrões que ainda não estão definidos, compatibilidade e intercomunicação entre soluções. Mas o maior risco tem

sido acelerar esse processo, e vender para os produtores pacotes "completos", mais caros, que não são utilizados e acabam comprometendo a rentabilidade da inovação e criando a percepção de que "o investimento não valeu e não se paga", como ouvimos de um dos entrevistados, refletindo uma situação já bastante comum, reveladora de um quadro preocupante para tecnologias que ainda estão dando os primeiros passos. E naturalmente que, muito embora essa percepção decorra de uma opção particular, de um "pacote" específico, contamina a imagem da agricultura 4.0, do conjunto de tecnologias associadas à economia 4.0.

Para além do problema de conectividade, os especialistas têm apontado várias outras dificuldades, desde aspectos culturais, regulatórios, capacitação técnica, acesso a financiamento, elevado custo das tecnologias e serviços.

O conjunto de frases de agricultores colhidas pela empresa Markestrat resume os obstáculos e desafios para a difusão das novas tecnologias entre os agricultores.

**Figura 1**
Obstáculos e desafios para a difusão das tecnologias digitais entre os agricultores

**Fonte**: Inteligência Markestrat, com base em diversos projetos e pesquisas com produtores e distribuidores. IBGE, Censo Agropecuário (2017).

As entrevistas revelam a adoção de diferentes estratégias para contornar as dificuldades enfrentadas para a difusão de produtos e serviços digitais entre os agricultores, que refletem a bagagem dos atores, área de atuação, interesses e desafios específicos e inserção na cadeia e no mercado doméstico. As oportunidades para a introdução da tecnologia digital decorrem dos problemas e desafios enfrentados pelos produtores e pelos agentes nos vários elos da cadeia. Em termos gerais, os agricultores enfrentam o desafio da sustentabilidade, que se manifesta de formas cada vez mais concretas, com diferentes intensidades, segundo as características do produtor. Os desafios mais importantes, que têm guiado a adoção de tecnologia digital, são: (i) a necessidade de aumentar o rendimento da terra e a produtividade total dos fatores e de reduzir os custos de produção; (ii) melhorar a gestão do estabelecimento; (iii) escassez de mão de obra e condições do processo de trabalho; (iv) gestão de riscos climáticos e de mercado; (v) transações com mercados (consumidores e fornecedores). Tudo isso pautado pelas regras cada vez mais estritas que governam os mercados globais do agronegócio, desde os acordos internacionais e regras do comércio mundial até as exigências de segurança dos alimentos, saúde humana, animal e ambiental, regras ambientais e relativas às relações sociais. O agricultor, mesmo aqueles que não registram livro caixa, sabem que as decisões precisam ser consistentes com a contabilidade, que se resume, no

final das contas, à receita e custo por hectare. E por isso investem com o objetivo de aumentar a produtividade e reduzir custos, controlando os riscos da produção. As inovações introduzidas, muitas pautadas por exigências institucionais, precisam pelo menos ser compatíveis com essa restrição da receita por hectare.

Nos vários elos da cadeia de valor do agronegócio as empresas têm se movimentado para transformar essas oportunidades em negócios. Os fabricantes de máquinas e equipamentos aparecem como um dos principais vetores da difusão das tecnologias digitais, que são cada vez mais integradas às próprias máquinas e equipamentos. A incorporação às máquinas da tecnologia digital deu um salto qualitativo nos últimos anos, ampliando muito suas aplicações, utilidade e potencial de adoção. Inicialmente, o principal foco da tecnologia era monitorar o funcionamento da própria máquina e melhorar seu desempenho, seja pelo operador da máquina ou de forma remota, em tempo real, ou *ex-post*, a partir do download e análise dos dados de desempenho. Extremamente útil para melhorar a operação das máquinas e equipamentos, mas com utilidade relativamente restrita aos grandes produtores e empresas agropecuárias, uma vez que os pequenos e médios produtores possuem um número de máquinas pequeno e as operam e controlam diretamente. Por isso mesmo essa tecnologia estava embarcada em poucos modelos de máquinas, voltados justamente para os grandes produtores. Obtivemos relatos de alguns produtores de porte médio que adquiriram máquinas sofisticadas, com tecnologia digital embarcada, mas que não faziam uso das facilidades, e que por isso mesmo as consideravam como um custo adicional que não se traduzia em vantagens. E consultados sobre a opção, encontramos argumentos que possivelmente refletem a presença de dois perfis distintos de produtores: uns adquiriram a tecnologia com expectativa de utilizá-la, e se frustraram, e outros argumentaram falta de opção porque praticamente todas as máquinas com a capacidade de trabalho demandada incorporavam as novidades tecnológicas. "Para ganhar mais as empresas adicionam muitos penduricalhos, como os opcionais dos automóveis, que não servem para mim, mas que vêm junto com coisas que são úteis," declarou um entrevistado.

Essa foto parece refletir o momento inicial e já superado do processo de introdução das "novidades tecnológicas" embarcadas nas máquinas. Dominado por grandes empresas, o mercado de máquinas e equipamentos é caracterizado por concorrência acirrada, com as empresas explorando todas as possibilidades para conquistar e manter clientes, de preços à diferenciação dos produtos, serviços pós-venda, assistência técnica, financiamento, dentre outros. Em poucos anos a tecnologia digital embarcada nas máquinas ampliou e ajustou o foco, da operação/funcionamento da máquina para a interação entre a máquina e o processo produtivo propriamente dito. Esse é o 1º componente do salto qualitativo: a tecnologia passou a monitorar o processo produtivo e seus resultados, registrando e georreferenciando os processos mais relevantes, desde os indicadores mais simples e com interpretação direta, como a utilização de sementes, a quantidade de fertilizantes usada e de pesticidas aplicados, o produto colhido até indicadores intermediários, como a densidade da lavoura, altura/crescimento das plantas, umidade do solo, entre outros. Enquanto o controle das máquinas permitia reduzir o custo de operação das mesmas, evitar panes, aumentar a eficiência, o foco no processo produtivo amplia muito a possibilidade de ganhos na produção, racionalizando o uso dos insumos e monitorando as variáveis responsáveis pela produtividade, como a humidade, as pragas e doenças, falhas no plantio etc.

O 2º componente do salto qualitativo é a difusão da tecnologia para praticamente todas as máquinas, e não mais apenas para as mais sofisticadas. Nas palavras de um entrevistado, "esses controles são hoje como ar condicionado e vidros elétricos nos carros, todos tem, do popular ao de luxo." É claro que, tal como a qualidade/características/potência do ar condicionado variam muito entre os automóveis populares e os de luxo, também a qualidade/utilidade/funções das tecnologias digitais embarcadas nas máquinas e equipamentos agrícolas variam muito segundo o perfil do equipamento.

O 3º componente do salto é o preço, que vem caindo e contribuindo para ampliar o acesso pelo menos dos médios produtores, e finalmente, o 4º componente é a preocupação com a capacitação dos consumidores para utilizar de forma produtiva o equipamento.

Um traço importante da estrutura de mercado e dinâmica concorrencial neste segmento de máquinas e equipamentos é a busca da fidelização dos clientes, que no passado se baseava principalmente na atuação das redes de distribuição e assistência técnica. A esse atributo se agregou a preocupação com os resultados produzidos pelo equipamento. As empresas estão cada vez mais conscientes de que se o produtor não conseguir agregar valor por meio do uso de seus equipamentos, não obtiver pelo menos parte dos benefícios esperados, sua reputação corre risco mesmo que a falta de resultados seja decorrente de falhas dos próprios produtores e não de deficiências do produto. Sabem que a percepção e narrativa dos produtores/consumidores é fundamental para a formação da imagem do produto nos mercados locais, e por isso têm investido tanto na assistência ao produtor, apoiando-o para que possa de fato tirar do equipamento os benefícios esperados, como na agregação de características/facilidades para responder às demandas dos produtores. A maioria das empresas que fornecem máquinas, equipamentos e insumos para a agricultura incorporou, em suas estratégias mercadológicas, a capacitação do cliente para usar melhor a tecnologia digital; as informações técnicas sobre o produto estão sendo mais bem trabalhadas para facilitar a compreensão dos leigos e as redes de distribuição estão se reposicionando para operar como pontos de informação, orientação e capacitação. É claro que vender continua sendo o objetivo, mas segundo vários depoimentos a atitude mudou porque a empresa está consciente que neste campo, marcado por concorrência acirrada, a venda não pode estar baseada em assimetria de informação ou em uma comunicação que pode ser enganosa.

O produtor rural está sendo exposto à transformação digital de forma massiva, direta e indireta. O uso de máquinas e equipamentos cada vez mais digitais é um vetor importante das mudanças em curso. Outras, indiretas, também contribuem para romper a resistência cultural apontada como um obstáculo importante. As empresas distribuidoras de produtos e insumos que se relacionam diretamente com os produtores, mesmo mantendo lojas físicas, vêm inovando em seus sistemas de gestão, motivadas e premidas pela busca de eficiência operacional, redução de custos, agilidade no contato com o cliente, controle dos estoques etc. Ainda que sejam mudanças internas, refletem-se nas relações com os clientes e os expõem às vantagens da digitalização. O resultado é que as compras remotas estão crescendo, mesmo no interior do país, em uma modalidade na qual o cliente faz a pesquisa no site da empresa, coloca a ordem pelo *WhatsApp* e fecha o negócio pessoalmente, com seu vendedor de confiança.

A difusão de inovações digitais entre os varejistas que abastecem os produtores rurais e entre os *traders* e processadores tem sido muito rápida e pressiona os produtores —mesmo os mais recalcitrantes— a se inserir no processo de transformação digital. Aqui também os *drivers* são processos internos, como melhorar os controles, reduzir custos de operação e transação, premidos pela concorrência acirrada em todos esses elos da cadeia. E em alguns casos a introdução da inovação está associada à necessidade de atender demandas próprias dos mercados nos quais atuam. *Traders*, cooperativas, processadoras e comerciantes em geral estão cada vez mais pressionados pelas exigências dos seus clientes relativas à segurança dos alimentos, e para atendê-las precisam operar sistemas de monitoramento e rastreabilidade convincentes, gerar e usar dados relativos ao processo produtivo, saber onde, como, o que foi usado, quando e quem é o produtor. E esses controles não podem ser feitos sem o envolvimento direto dos produtores, que desta forma são também levados a incorporar tecnologias para se ajustar a esse tipo de exigência.

# INFRAESTRUTURA E CONECTIVIDADE RURAL: UMA RESTRIÇÃO ESTRUTURAL

# IV

O ponto de partida é o reconhecimento de que o déficit de infraestrutura do Brasil teve e tem efeitos estruturais importantes, que comprometem muito a viabilidade e sustentabilidade da agricultura de pequena escala e do pequeno produtor em geral. De um lado, favoreceu o processo de concentração de terras e os sistemas produtivos baseados na produção em larga escala dominantes nas áreas de ocupação mais recentes nos Cerrados das regiões Centro-Oeste e Nordeste. Pequenos produtores, espalhados em territórios sem dotação de infraestrutura básica, não tinham, e continuam não tendo, condições de competir em mercados distantes e nem mesmo de manter sistemas sustentáveis voltados para o consumo da família. Mesmo nos estados com melhor rede de infraestrutura, como os do Sul e Sudeste, o déficit de estradas vicinais (secundárias) reduz a competitividade dos pequenos produtores rurais, que têm maior dificuldade de acesso aos mercados, em particular se atuam em segmentos nos quais teriam vantagens competitivas potenciais, como lácteos, frutas, verduras e legumes frescos, pequenos animais produzidos em sistemas "caipiras", que exigem entregas diárias ou frequentes. O acesso à tecnologia digital, que permite comunicação com os mercados, não é suficiente para promover a inserção dos pequenos se estes se mantêm isolados, com dificuldades para fazer sua produção chegar ao cliente que fechou negócio via aplicativo.

"Comunicação e conectividade são chaves para a indústria 4.0, cujo desenvolvimento e funcionamento requerem uma dotação de infraestrutura muito mais complexa do que a do passado, que não se improvisa e nem admite nenhum 'jeitinho', nem mesmo o brasileiro." (Buainain, 2018, p. 39). De fato, um dos entraves identificados para a expansão e implementação das tecnologias da agricultura digital é sem dúvida a conectividade. Um levantamento da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL) identificou a disponibilidade de internet em todos os municípios brasileiros. O que difere —e muito— um município de outro é a modalidade ou tipo de tecnologia disponibilizada no fornecimento desse serviço, a quantidade de empresas ofertantes e a distribuição territorial nos municípios.

Em termos de tecnologia utilizada, a fibra ótica está presente em aproximadamente 70% dos municípios brasileiros, o que não significa que seja a tecnologia dominante. Em pelo menos 30% dos municípios brasileiros o acesso à internet ainda ocorre majoritariamente pelo método convencional. As regiões Norte e Nordeste possuem os menores níveis de municípios com acesso à internet por fibra ótica, 54% e 59%, respectivamente.

Ainda que disponível em todos os municípios, a abrangência territorial é limitada e a internet não alcança áreas rurais em muitos municípios. Não foi possível identificar na base de dados da Anatel a abrangência territorial em km² de áreas não cobertas por rede de internet, mas se verificou que nos munícios sem acesso ao serviço existem mais de 613 mil estabelecimentos agropecuários. Assim, dos mais de 3,6 milhões de estabelecimentos sem internet no meio rural, pelo menos 15% não tem acesso ao serviço por estarem em um município sem cobertura nas áreas rurais.

**Tabela 7**
Caracteristicas da conectividade no Brasil por grandes regiões em 2019

| Variável | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|---|---|---|---|---|---|
| Municípios com acesso à internet | 450 | 1 794 | 1 668 | 1 191 | 467 |
| - Acesso com fibra | 242 | 1 070 | 1 166 | 1 098 | 306 |
| - Outro tipo de acesso | 208 | 724 | 502 | 93 | 161 |
| Área rural | | | | | |
| - Com acesso | 269 | 1 645 | 986 | 891 | 329 |
| - Sem acesso | 181 | 149 | 682 | 300 | 138 |
| Estabelecimentos agropecuários em áreas rurais sem cobertura à internet | 161 407 | 106 717 | 181 495 | 117 766 | 45 602 |

**Fonte**: elaboração própria com base na Anatel (2020a), Anatel (2020b) e Censo Agropecuário/IBGE (2020).

A dimensão territorial do Brasil é um grande obstáculo para a conectividade no campo. As operadoras dão preferência a regiões com alta densidade demográfica, o que não é a realidade do meio rural[2]. Estudo do BNDES e da consultoria McKinsey, encomendado pelo próprio governo, indica que até 2025 podem ser gerados US$ 21 bilhões com a conectividade no setor agropecuário.

Algumas iniciativas estão sendo adotadas para melhorar a conectividade no meio rural brasileiro. A Secretaria de Desenvolvimento Rural e Inovação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SDI/MAPA) prevê a instalação de pelo menos 8 mil torres de distribuição de internet pelo território rural brasileiro até 2027.

Em um estudo demandado pela SDI/MAPA à Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) da Universidade de São Paulo (USP) constatou-se que o Brasil tem 82 mil torres com antenas instaladas e outras 5.604 podem ser utilizadas para instalação de novas antenas destinadas ao atendimento do campo. Conforme demonstrado pelo estudo, existe falta de banda larga mesmo em áreas rurais de alta renda, sem acesso a conexões 3G ou 4G[3].

Um outro caminho para desenvolver a infraestrutura de telecomunicações nas áreas de difícil acesso no país é a utilização dos recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST), que já arrecadou aproximadamente R$ 22 bilhões. No entanto, existe um entrave institucional que estabelece o destino desse recurso apenas para investimentos em telefonia fixa e depende do andamento do projeto de lei 172/2020 no Congresso Nacional, que modifica a Lei Geral das Telecomunicações para viabilizar o destino dos recursos do FUST ao financiamento de expansão da conectividade móvel em áreas urbanas e rurais[4].

Enquanto a expansão da conectividade é impedida por entraves estruturais e institucionais, existem iniciativas privadas que estão buscando mecanismos para atender os produtores, como, por exemplo, a ConectarAgro[5], que é um arranjo entre 8 montadoras para promover a solução aberta de internet no campo e proporcionar o uso de máquinas com tecnologias embarcadas pelos produtores. No entanto, estas soluções de conectividade ofertadas pelas montadoras não englobam os pequenos e médios produtores[6].

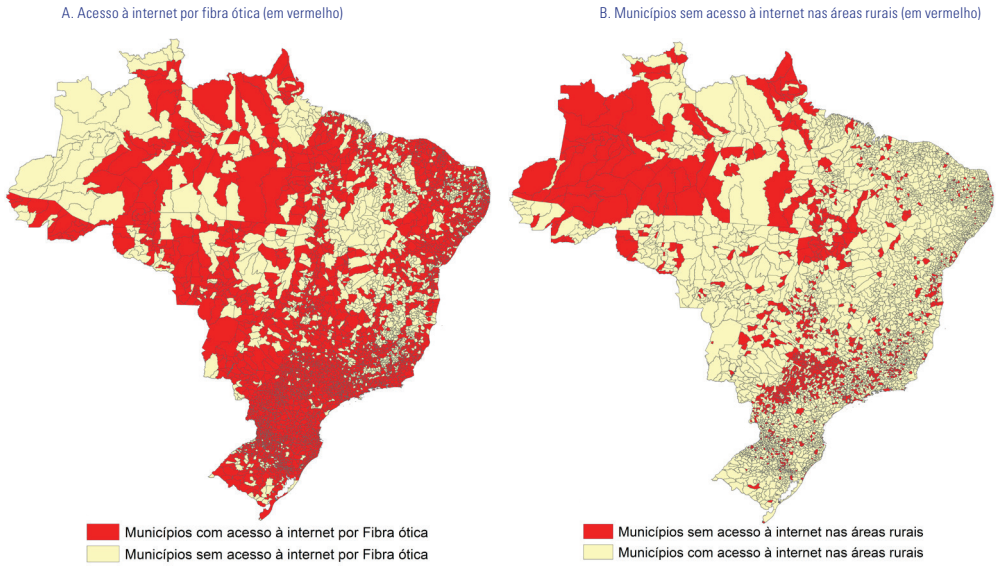
2 Disponível em: https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,conectividade-no-campo-e-indispensavel-para-o-brasil-dar-um-novo-salto-de-produtividade,70003227085.
3 Disponível em: https://www.telesintese.com.br/brasil-tem-5-604-torres-que-podem-levar-banda-larga-a-zona-rural/.
4 Disponível em: https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,conectividade-no-campo-e-indispensavel-para-o-brasil-dar-um-novo-salto-de-produtividade,70003227085.
5 Disponível em: https://conectaragro.com.br/sobre.html.
6 Disponível em: https://economia.estadao.com.br/noticias/geral,conectividade-no-campo-e-indispensavel-para-o-brasil-dar-um-novo-salto-de-produtividade,70003227085.

A disponibilidade de infraestrutura adequada pode ser um dos principais entraves para a expansão da oferta de internet por fibra ótica. Conforme a Mapa 1(A), existe maior concentração de municípios sem acesso à internet por fibra ótica na região Norte. É válido destacar que nessa região existe municípios que estão em situação parcial de isolamento. No estado do Acre, por exemplo, 4 dos 22 municípios só tem acesso por via aérea ou hidroviária, pois não existem rodovias que os ligam ao restante do estado. Essa condição resulta em enormes dificuldades de escoamento de produção e também da chegada de bens e serviços demandados. A situação de conectividade da região Norte é ainda mais agravante no meio rural ao ver que uma grande parte dos municípios não tem oferta de internet nas áreas rurais, conforme a mapa 1(B).

Conforme Buainain, o Brasil não chegou a completar a infraestrutura que deu sustentação às revoluções industriais anteriores e agora precisa enfrentar o desafio de implantar a infraestrutura muito mais complexa exigida pela economia 4.0. No campo esse desafio é ainda maior devido à extensão continental e à heterogeneidade estrutural do território e da agricultura brasileira (Buainain, 2018, p. 39). As opiniões dos especialistas são divergentes quanto às soluções. De um lado, um grupo enfatiza a importância de investir na infraestrutura de conectividade mais avançada para dar suporte ao uso e difusão das tecnologias digitais. Essa visão tem prevalecido nos discursos oficiais e parecem embasar as promessas que vêm sendo feitas de dotar o país em tempo recorde de infraestrutura. De outro, sem questionar a premissa da importância da conectividade e tampouco o discurso oficial, difunde-se a visão de que a diversidade do país exige múltiplas soluções para enfrentar o desafio colocado pela Economia 4.0, e que as soluções de oferta de conectividade não devem depender apenas, e nem exclusivamente, da instalação de tecnologia para a conexão via rede de celulares, e precisam mobilizar opções tecnológicas que respondam, adequadamente, às restrições estruturais e às demandas locais. Neste sentido os especialistas indicam que se deve explorar as possibilidades oferecidas por operações *off-line*, com armazenamento local de dados para transmissão ex post, por meio da conexão disponível; pelas redes LPWA (*Low Power Wide Area*), que permitem comunicação de longo alcance, com baixo custo de implantação e baixo consumo de energia, indicada para baixo tráfego de dados e com capacidade de atender adequadamente às demandas de conectividade do meio rural; ou por outras tecnologias, como a LoRaWan (LongRange), que usa pouca energia e tem capacidade para transmissão a longa distância a centenas de equipamentos simultaneamente, e outras, como os próprios satélites e tecnologias derivadas da 4G, como a NarrowbandIoT (NB-IoT) e a LTE-M, cada qual com particularidades que podem ser exploradas em diferentes contextos, para atender diferentes demandas.

O fato é que faltam definições políticas para orientar os investimentos na área (ver na seção XII, sobre a Política Nacional de Conectividade Rural) e os possíveis modelos que poderiam ser adotados (ver abaixo o modelo dos Distritos Agro-Tecnológicos – DAT, lançado pelo Projeto SemeAr, do CPqD).

**Mapa 1**
Municípios com acesso à internet por tecnologia de fibra ótica
e sem acesso à internet nas áreas rurais no Brasil em 2019




**Fuente**: elaboración própria com base na Anatel (2020).
**Nota**: os limites e os nomes que figuram neste mapa não implicam seu apoio ou aceitação oficial pelas Nações Unidas.

# O NOVO ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO DA AGRICULTURA DIGITAL NO BRASIL E A EMERGÊNCIA DAS *AGTECHS*

V

A transformação digital da agricultura brasileira é um processo acelerado, que, como já indicado, vem sendo impulsionado por múltiplos atores em praticamente todos os elos da cadeia de valor. O macro-ecosistema de inovação que alimenta esse processo está integrado por pelo menos 5 núcleos mais relevantes, três dos quais responsáveis pelas inovações e dois de suporte: (i) grandes empresas produtoras de máquinas, equipamentos e insumos, responsáveis pelo desenvolvimento e introdução de algumas das tecnologias chaves que ancoram a agricultura 4.0; (ii) o ecossistema das startups agro e das *AgTechs*, integrados por um grande número de pequenas empresas de base tecnológica, a maioria emergente, e que rapidamente vêm se consolidando como um dos pilares da transformação digital no agro; (iii) as universidade e centros/institutos de pesquisa, que se mantêm como outro dos pilares e que alimentam, de forma direta e indireta, os demais núcleos do ecossistema; (iv) agências do estado, da sociedade civil e organizações corporativas, que dão suporte aos núcleos de inovação; (v) investidores.

O foco, aqui, são as *AgTechs* e *startups* atuando nas cadeias de valor do agro, tendo como base três estudos realizados em 2018 e 2019 e que permitem traçar uma radiografia desse segmento, que por si só é uma das mais importantes inovações em curso no país: o Radar *AgTech Mining Report*, de 2018, realizado pelo Distrito, plataforma de inovação para *startups*; o *Radar AgTech Brasil 2019,* realizado pela Embrapa Informática Agropecuária, SP *Ventures,* fundo de investimento que tem se destacado pela atuação na área da agricultura, e *Homo Ludens Research and Consulting*; e o *Censo AgTech Startups* 2019, realizado pela *AgTech Garage,* um *hub* que concentra *startups* do agronegócio, e a ESALQ, tradicional escola de agricultura, vinculada à Universidade de São Paulo.

Em 2018 o *Radar AgTech Mining Report* mapeou 7.000 startups e selecionou 135 para o Mapa de *AgTechs*, com base em 3 critérios bem restritivos: (i) já estar em estágio operacional e ter clientes ativos; (ii) desenvolver tecnologia proprietária e (iii) ter nacionalidade brasileira. A atuação das empresas cobria um campo vasto, incluindo: (i) agricultura de precisão e análise de dados (*analytics*) (38 empresas); (ii) gestão do negócio (27 empresas); (iii) *marketplace* (18); (iv) controle de insumos e peste (16); (v) gestão animal (14); (vi) robótica e drones (11); agricultura revolucionária (7) e (vii) agro-silvicultura (4). Essas empresas estavam concentradas nas regiões Sudeste (72%) e Sul (23%), sendo que 55% no Estado de São Paulo e 11,3% no Rio Grande do Sul, com perfil de rendimento, número de funcionários e idade indicando dinamismo e sustentabilidade. Por exemplo, 41% das empresas não tinham funcionários registrados, contando apenas com a força de trabalho dos fundadores e com colaboradores externos mobilizados sem vínculos empregatícios. O número médio de funcionários aumenta com a idade das empresas:  as com até 2 anos de vida contavam com uma média de 3 funcionários, as com entre 3 e 5 anos com 7 funcionários, as com 6 a 10 anos com 11 até chegar a 59 funcionários nas empresas com mais de 15 anos de vida.

O Censo *AgTech* contabilizou 184 startups, também concentradas nas regiões Sul e Sudeste. Praticamente a metade das *startups* estavam localizadas no Estado de São Paulo, 16% em Minas Gerais e 26% nos 3 estados da região Sul. No Nordeste e Centro-Oeste apenas algumas iniciativas isoladas, e nenhuma na região Norte.

Em 2019, segundo o *Radar AgTech Brasil 2019*, o Brasil contava com 1.125 *startups* atuando no agronegócio, em todos os segmentos da cadeia produtiva, com 532 empresas focadas na pós-produção agropecuária (47%), 397 em atividades dentro das fazendas (35%) e 196 empresas com atuação antes da fazenda (18%) (tabela 8).

**Tabela 8**
Categorias de cada segmento da cadeia agropecuária

| Antes da Fazenda | Quant. | Dentro da Fazenda | Quant. | Depois da Fazenda | Quant. |
|---|---|---|---|---|---|
| **Total** | **196** | **Total** | **397** | **Total** | **532** |
| Análise laboratorial | 20 | Agropecuária de precisão | 34 | Alimentos inovadores e novas tendências alimentares | 246 |
| Controle biológico | 32 | Aquicultura | 7 | Armazenamento, infraestrutura e logística | 29 |
| Economia compartilhada | 10 | Conteúdo, educação e rede social | 18 | Bioenergia e biodiversidade | 14 |
| Fertilizantes, inoculantes e nutrientes | 41 | Diagnóstico de imagem | 8 | Consultoria/aceleração/associação | 26 |
| Genômica e biotecnologia | 40 | Gestão de resíduos e água | 21 | Fábrica de plantas e novas formas de plantio | 13 |
| Nutrição e saúde animal | 20 | Internet das coisas | 20 | Indústria 4.0 | 8 |
| Sementes e mudas | 9 | Meteorologia e irrigação | 21 | Loja autônoma e gestão de varejo | 24 |
| Serviços financeiros | 24 | Sensoriamento remoto | 29 | Mercearia online | 29 |
| | | Sistema de gestão agropecuária | 122 | Plataforma de negociação e *marketplace* de vendas | 95 |
| | | Telemetria e automação | 21 | Restaurante online e kit refeição | 24 |
| | | Monitoramento | 19 | Segurança alimentar e rastreabilidade | 12 |
| | | VANT | 43 | Sistema de embalagem, meio ambiente e reciclagem | 12 |
| | | Máquinas e Equipamentos | 34 | | |

**Fonte**: adaptado de Dias, Jardim e Sakuda (2019).

É notável que a presença das *AgTechs* seja mais marcante nos segmentos mais desafiadores, mais intensivos em ciência e tecnologia e com maior potencial inovativo. Nas atividades classificadas no segmento "antes da fazenda", 72 empresas estão nas áreas de controle biológico, genômica e biotecnologia, e 41 no segmento de fertilizantes, inoculantes e nutrientes. "Dentro da fazenda" os destaques são para a agricultura de precisão (34 *AgTechs*), VANT (43), metrologia e irrigação (43), monitoramento (43) e sistemas de gestão agropecuária. "Depois da fazenda", que concentra o maior número de iniciativas, o destaque é para alimentos inovadores e novas tendências alimentares, com 246 *AgTechs*, seguido pelas plataformas de negociação e *marketplace* de vendas (95). Esse perfil revela, de um lado, a aderência das iniciativas às necessidades dos produtores, desafios e tendências do agromercado, e de outro um amplo potencial para ganhos de eficiência no uso dos recursos em toda a cadeia produtiva. Na medida em que os investimentos têm sido guiados fundamentalmente pelo mercado e pela expectativa de viabilidade econômico-financeira, é possível que as necessidades dos pequenos produtores que não se traduzem em demanda estejam sendo marginalizadas, e assim continuarão sem uma ação do setor público para corrigir esse viés.

É notável a articulação das grandes empresas com as *startups*. Estas alianças não se referem a um processo de terceirização de algumas atividades envolvendo gestão tecnológica e segmentos nas quais as grandes não desenvolveram capacidade suficiente para assumir o controle, mas de investimentos em novas soluções para resolver problemas que vão sendo identificados no processo produtivo das empresas, e que requerem expertise, organização e abordagens que as grandes não possuem.

As *startups*, tanto as novas, tocadas por sócios fundadores, como as já consolidadas, têm agilidade e flexibilidade para dar respostas rápidas, desenvolver e testar soluções que atendem às necessidades de grandes empresas.

De fato, conforme os dados de *2º Censo AgTech*, a maioria das *startups* possui pelo menos uma parceria com grandes empresas, o que proporciona contratação de projetos piloto, acesso à base de clientes e vendas; parcerias e conexões e capacitação e mentoria. No entanto, ao contrário do que propaga o *marketing* das grandes corporações, não se trata de um caminho fácil e a parceria é dificultada por vários fatores que precisam ser levados em conta na formulação de políticas pública, como a falta de confiança entre os parceiros, sendo que o grau de maturidade da tecnologia base da parceria também gera desconfiança.

O *Radar AgTech Brasil 2019* confirma o perfil de distribuição geográfica das *startups* apontado pelo *Radar AgTech 2018* e pelo *Censo AgTech*, com as regiões Sul e Sudeste concentrando praticamente 90% das iniciativas. O Estado de São Paulo sozinho contava com 590 do total de 1.125 *startups* do país e das 738 localizadas na região Sudeste; o Paraná concentrava 102 das 261 da região Sul, e as demais estavam distribuídas entre o Centro-Oeste (70 sendo 22 em Goiás), Nordeste (39) e Norte, com apenas 17. Em São Paulo os munícipios de São Paulo, Piracicaba, Campinas e Ribeirão Preto concentravam 262, 41, 38 e 37 *AgTechs*, respectivamente. São cidades que se destacam como polos universitários e de tecnologia, que já contam com um ecossistema de inovação estabelecido, com instituições de ensino e pesquisa fortes e atuantes na área da agricultura, ciências da terra e tecnológicas em geral. Nas demais regiões as *startups* também estão concentradas em torno dos ecossistemas de inovação associados principalmente às universidades e instituições de pesquisa e, secundariamente, à presença de grandes empresas do agronegócio, como é o caso de Chapecó, em Santa Catarina, tradicional polo de produção de aves e suínos, mas que também conta com apoio direto da Embrapa Suínos e Aves, instalada no município de Concórdia.

**Mapa 2**
Distribuição das 1.125 *startups* por região

**Fuente**: Dias, Jardim e Sakuda (2019).
**Nota**: os limites e os nomes que figuram neste mapa não implicam seu apoio ou aceitação oficial pelas Nações Unidas.

A distribuição geográfica das *AgTechs* revela um traço importante da transformação digital, que está sendo guiada pelo mercado: as *startups* e *AgTechs*, financiadas fundamentalmente por recursos de investidores privados, estão alocando esforços em áreas com demanda potencial para seus produtos e serviços, e não em função de necessidades que não se manifestam nos mercados, como demanda.

A despeito da atração exercida pelo Bioma Amazônico e possibilidades de exploração sustentável da biodiversidade e dos recursos florestais não madeireiros, que poderiam ser potencializadas com a utilização das novas tecnologias, chama a atenção que nem o Mapa de *AgTech* nem o *Censo AgTech* registraram empresas atuando na região Norte, e que no Nordeste o Mapa tenha registrado atividade apenas no estado de Pernambuco e o Censo no estado do Piauí, justamente as regiões que concentram o maior número de pequenos produtores que correm o risco de serem marginalizados desse novo ciclo de inovação. Já o *Radar AgTech Brasil 2019* registrou 17 e 37 *AgTechs* atuando nas regiões Nordeste e Norte, respectivamente.

O ecossistema de inovação da agricultura digital, no qual as *AgTechs* têm um papel de destaque, vem se organizando em *hubs* de inovação localizados em cidades que, como indicado acima, já são polos tecnológicos, de âmbito nacional ou regional/local, e já contavam com ecossistemas de inovação consolidados ou em estágio avançado de formação.

Os *hubs* têm sido criados por grandes empresas interessadas em orientar o trabalho das *startups* para temas/projetos que atendam seus interesses/necessidades mais imediatas, ou a partir de universidades e/ou instituições de pesquisa, com a participação de empresas, mas com motivação de aproveitar as competências de seu corpo docente e discente para gerar oportunidades de negócios de base tecnológica, que valorizem sua atuação junto à sociedade em geral. O Pulse, criado pela Raízen, empresa de energia que resultou da fusão da tradicional Cosan, uma das maiores empresas de açúcar e álcool do Brasil, com a Shell, é um bom exemplo de um *hub* criado por uma grande empresa, e o *AgTech* Garage, de uma iniciativa liderada a partir da universidade.

Os *hubs* propõem interligar todos esses agentes para agilizar a validação de novas tecnologias e sua difusão. Como destacado por José Tomé, fundador da *AgTech Garage*, as *startups* conseguem assimilar rapidamente as novas tecnologias, testar e colocar no mercado novas soluções para os produtores. "Se no passado o modelo de inovação estava alicerçado em grandes empresas e centros de pesquisa, hoje ele passa necessariamente pelas *startups*, muitas delas nascidas e apoiadas por universidades" (FAPESP, 2020). O Pulse contabiliza 28 startups residentes em 2019, e contava com a parceria de grandes empresas como Vivo, *Ericsson* e *EsalqTec*, a incubadora de empresas da ESALQ. O *Agrihub* localizado no Mato Grosso busca atrair os agricultores locais para esse ecossistema de inovação e para isso conta com instituições como a Federação da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso (FAMATO), o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR-MT) e o Instituto Mato-grossense de Economia Agropecuária (IMEA).

**Tabela 9**
Localização dos *hubs* de inovação para a agricultura digital

| | São Paulo | Mato Grosso | Paraná | Minas Gerais |
|---|---|---|---|---|
| Hubs | AgTech Garage<br>Avance<br>Esaltec<br>Pulse<br>Usina de Inovação de Monte Alegre | Agrihub | SRP Valley | Celeiro |

**Fonte**: elaboração própria com base no levantamento.

Conforme os dados de *2º Censo AgTech Brasil* elaborado em 2019 a maioria das *startups* possuía pelo menos uma parceria com grandes empresas, o que proporciona maior contratação de projetos piloto, clientes e capacitação.

**Figura 2**
Parceria entre *AgTech* e *Startup*

**Fuente**: 2º Censo AgTech (2019).

O crescimento das AgTechs é vertiginoso e vem sendo alimentado por investimentos privados, o que não é comum na experiência de inovação brasileira. Embora em 2018 as AgTech representavam apenas 6% das startups brasileiras que contavam com financiamento dos fundos de Venture Capital, o crescimento é acelerado, tanto no número de empresas como nos volumes de financiamento. Em 2013 apenas 4 AgTechs receberam financiamento de US30 milhões e em 2018 os fundos investiram US$80 milhões em 20 empresas. Em 5 anos foram US$169 milhões em 72 startups. Esses valores são claramente subdimensionados, uma vez que, tal como chama a atenção o Radar AgTech 2019, "a maior parte dos investimentos em *startups* realizados por empresas aceleradoras, Venture Capital, Private Equity e grandes bancos não são divulgados publicamente, não existindo informações exatas sobre valores investidos e participação acionária compradas, o que é realidade também no mercado de AgTechs" (Dias, Jardim, Sakuda, 2019, p.7).

Um grande número de investimentos é realizado em iniciativas ainda no estágio inicial, mas o maior volume de recursos (85% entre 2017 e 2018) é investido em AgTechs em estágios de desenvolvimento mais maduros, já em fase de expansão das relações com o mercado. De acordo com o Radar Agtech 2019 apenas duas empresas, Agrosmart e Agronow, receberam investimentos de US$22 milhões e US$4 milhões, respectivamente, em 2018, ou seja, pouco mais de ¼ do total investido nas 20 AgTechs.

Em entrevista para a revista Dinheiro Rural (2019) Francisco Jardim, o CEO da SP Ventures, maior investidora em AgTechs do ecossistema brasileiro, informou que o crescimento da presença das *startups* nos fundos de investimento foi enorme nos últimos anos e que em 2019 dispunha de um fundo de R$ 280 milhões exclusivo para inovações no campo. Note-se que o setor público tem papel importante neste processo. A SP Ventures tem origem em uma iniciativa do BNDES para estimular o mercado de Venture Capital (Fundo Criatec I), e entre os investidores destacam-se agências públicas, como a Agência de Desenvolvimento Paulista (Desenvolve SP), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) e a Financiadora de Estudos de Projetos (Finep), além de organizações como o Sebrae e o Banco de Desenvolvimento da América Latina, que embora não sejam públicos atuam com o mesmo viés de promover o desenvolvimento. A compra de *startups* por grandes empresas do agro, como a Strider pela Syngenta, encorajou o aumento dos aportes de capital no setor.

O Quadro abaixo apresenta as *AgTechs* beneficiadas nos últimos anos pelos fundos de Venture Capital, como a SP Ventures, pelas Aceleradoras presentes nos *hubs* de inovação e investidores Pre-Seed e Seed.

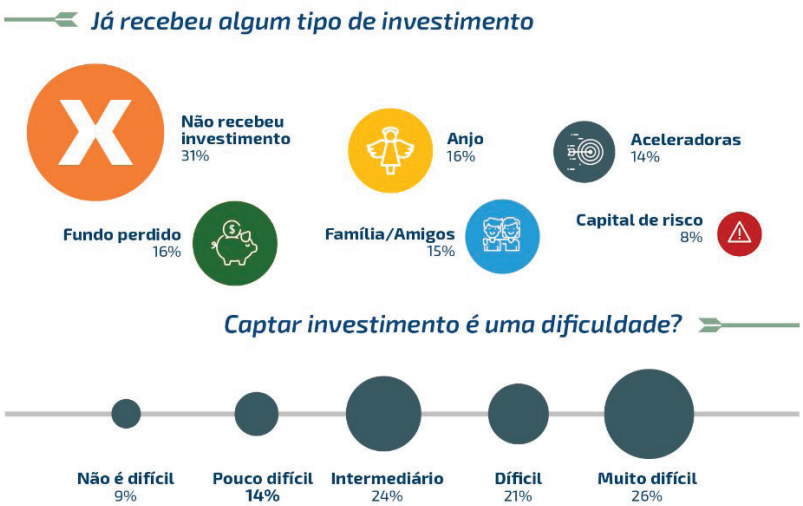
**Tabela 10**
Histórico de investimentos em *AgTechs* brasileiras por tipo de investimento

| Investidor | Tipo de Investimento | Agtech |
|---|---|---|
| ScaleUp Endeavor | Aceleradora | Agronow, BovControl, Datacoper, SoluBio, Scicrop |
| PulseHub | | Agribela, Bart, Perfect flight, Aimirim, SpecLab |
| Wayra | | BovControl, Agrusdata, Boi na Linha, Sensaiotech |
| Startup Farm | | Oráculo Meterologia, Grão Direto, AgriConnected |
| Baita<br>Kick | Investidor Pré-Seed e Seed | Agrosmart, Supe Soluções, Ugly<br>Aegro |
| Cotidiano | | Leigado, Flowings |
| Bossanova | | JetBov |
| Canary | | Terra Magna |
| MSW Capital | | Tbit |
| Triple Seven Investments | | GoFarms |
| SP Ventures | Venture Capital | JetBov, Gênica, Agrosmart, Agronow, Aegro, BartDigital |
| Inseed Investimentos | | Tbit, Smartbreeder, Rex, Cowmed, Rizoflora |
| Cedro Capital | | GIRA |
| Antera | | Rizoflora, BR3, Bug, Arvus |
| Monashees | | Fazen, Strider |
| Domo | | BovControl, Agronow |

**Fonte**: adaptado de Dias, Jardim e Sakuda (2019).

A despeito do importante fluxo de recursos dos fundos de investimento, cerca de 47% das *AgTechs* considera difícil ou muito difícil a captação de investimentos (2º Censo Agtech, 2019). Nesse sentido, a participação das *startups* em *hubs* de inovação é um importante facilitador de conexões com empresários e aceleradoras para acessar investimentos em estágio inicial.

**Figura 3**
*AgTech* e acesso à investimento




**Fonte**: 2º Censo AgTech (2019).

No caso do Estado de São Paulo, que concentra praticamente 50% das AgTechs/*startups*, tanto a Fapesp como a Desenvolve SP vêm aportando recursos em Fundos de Venture Capital, como o SP Ventures, apoiando *hubs* e empresas de base tecnológica. A Fapesp foi pioneira nesta área, e entre 1996 e 2020 financiou 275 projetos na área de agricultura de precisão, concedendo bolsas de estudos e recursos (laboratórios, equipamentos, viagens, material de consumo, dentre outros) para as pesquisas. Na linha de projetos PIPE – Pesquisa Inovativa em Pequenas Empresas, a Fapesp apoiou 50 projetos com objetivos diretamente vinculados à agricultura digital.

Um projeto de grande destaque foi o aporte feito na Agrosmart, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), para a digitalização do cartão amarelo, armadilha para capturar os insetos psilídeos que transmitem o *greening*, praga que afeta as frutas cítricas. A leitura digital dos cartões facilita o monitoramento da praga, indicando com precisão onde está a infestação e permitindo a aplicação tempestiva de defensivos em substituição à pulverização mais generalizada praticada tradicionalmente. A mesma empresa, com apoio da Fapesp e Finep, desenvolveu e vem operando uma plataforma para monitorar, em tempo real, parâmetros básicos da evolução dos cultivos, como a umidade do ar e do solo, temperatura, vento, que são captados por sensores conectados com satélites e transmitidos para a Agrosmart Cultivo Inteligente, onde são complementados com informações adicionais, como a probabilidade de chuva, e transformados em relatórios técnicos com recomendações sobre os riscos, oportunidades e possíveis intervenções para mitigar/evitar problemas, enviadas via WhatsApp para os agricultores assinantes do serviço.

O perfil das *startups* beneficiadas com os aportes de capital privado são as que oferecem produtos e soluções que encontram demanda de grandes empresas ou grandes produtores e suas tecnologias desenvolvidas não necessariamente têm difusão em grande escala para pequenos produtores.

Já os investimentos provenientes da iniciativa pública seguem uma lógica distinta, com parcerias em projetos para identificar e analisar as limitações dos produtores, capacitar e democratizar as informações para uma linguagem e plataforma mais simples que facilitem o seu acesso. Mas investimentos com esse perfil têm escasseado, seja devido à restrição fiscal que tem limitado a capacidade de financiamento do Estado seja por opção estratégica das agências de fomento vinculadas ao setor público, que têm adotado um viés de mercado e favorecido projetos com maior apelo de viabilidade econômico-financeiro em detrimento daqueles voltados para grupos mais vulneráveis e que poderiam ter maior impacto social e econômico, mas cuja viabilidade demandaria maior tempo de maturação e também maior apoio financeiro. Instituições públicas como a Finep e o BNDES, que no passado subvencionavam projetos inovadores, até mesmo de grandes empresas, hoje se orientam fundamentalmente por parâmetros do mercado, pouco se diferenciando de instituições privadas.

# O ECOSSISTEMA DE INOVAÇÃO DA EMBRAPA: ABRINDO CAMINHOS DA AGRICULTURA DIGITAL NO BRASIL

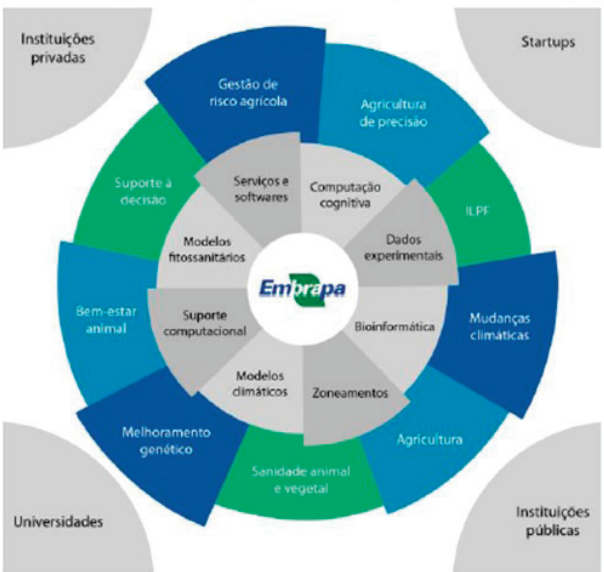
VI

Um dos *hubs* mais importantes é animado pela Embrapa Informática Agropecuária, sem dúvida um dos atores mais relevantes e atuantes na promoção de tecnologia para a agricultura digital. A Embrapa conta com 46 centros de pesquisa e mais de 200 pesquisadores para atender a diferentes regiões, biomas e realidades. A empresa vem reforçando as conexões com seus principais *stakeholders*, em particular com os produtores rurais, o setor público federal e estadual, as organizações de produtores e as empresas privadas, seja na definição de suas prioridades seja no próprio processo de desenvolvimento de novas tecnologias. Essa conexão tem facilitado o próprio processo de difusão das novas tecnologias, uma vez que as prioridades de pesquisa e os projetos de P&D são definidos com um olhar no futuro e nas demandas dos *stakeholders*.

No campo das tecnologias para a agricultura 4.0 a empresa vem se colocando como animadora de um ecossistema de inovação no qual interage com variados atores do setor público e privado, ora assumindo papel de liderança e protagonismo ora como parceira em projetos liderados por universidades, outras instituições de pesquisa e/ou empresas. Também tem investido em parcerias com as *startups* e empresas privadas, atuando como facilitadora e fomentando trabalhos colaborativos entre esses agentes para que possam compartilhar expertise e conhecimentos.

Os projetos TechStart e Pontes para Inovação são apenas 2 exemplos de iniciativas para integrar os elos desse ecossistema de inovação por meio da seleção de *startups* inovadoras e sua conexão com fundos de investimento ou investidores-anjo. Um exemplo adicional do protagonismo é a participação da Embrapa na organização e implementação dos estudos sobre a agricultura digital no Brasil, entre os quais os levantamentos sobre o uso das tecnologias pelos produtores.

**Figura 4**
Ecossistema de agricultura digital da Embrapa Informática Agropecuária




**Fonte**: Embrapa Informática Agropecuária (2018).

A Embrapa tem um amplo portfólio de aplicativos desenvolvidos por suas diferentes unidades, sendo um total de 47, e que buscam contribuir para a avaliação e gestão de diversas áreas das unidades produtivas. Interessante notar que existem aplicativos que atendem demandas mais gerais, como previsão meteorológicas, seguro rural, informações técnicas etc., como também demandas de culturas e regiões específicas. Assim, os aplicativos desenvolvidos pela Embrapa atendem finalidades mais específicas, como a suinocultura, avicultura, caprinos e ovinos, que não estão disponíveis em outros aplicativos. Ademais, os aplicativos dão mais peso às necessidades dos produtores, enquanto a lógica dos desenvolvedores privados considera fundamentalmente a demanda potencial, ou seja, as necessidades de produtores que têm capacidade de atendê-las via mercado, pagando diretamente pela solução no mercado.

Vários dos aplicativos, especialmente aqueles específicos, foram desenvolvidos pela Embrapa com a contribuição de algumas universidades, como Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e de alguns ministérios, como o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e Ministério da Ciência e Tecnologia da Informação (MCTI).

Um dos mandatos mais relevantes da Embrapa é apoiar a execução de políticas públicas por meio de inovações. A tecnologia digital tem sido útil neste campo. Destaca-se aqui 2 exemplos:

i) No âmbito do projeto "Soluções tecnológicas para a adequação da paisagem rural ao Código Florestal Brasileiro", que tem como objetivo identificar, sistematizar e disponibilizar para a sociedade as soluções tecnológicas geradas pela Embrapa para recuperar Áreas de Reserva Legal (ARL), Áreas de Proteção Permanente (APP) e Áreas de Uso Restrito (AUR), em apoio à regularização ambiental, nos biomas brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa), foi desenvolvido um aplicativo com essas funcionalidades. E existe um outro, em desenvolvimento, que tem o objetivo de calcular as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) da pecuária;

ii) Aplicativos com caráter informativo nas atividades de seguro rural, clima e difusão tecnológica. O aplicativo de seguro rural busca apresentar o programa seguro rural, suas características, as subvenções vigentes e a sistematização de seguradoras agrícolas com disponibilização de seus contatos. Em relação à área climática, os aplicativos disponíveis possuem as funcionalidades de informações sobre as previsões meteorológicas em tempo real e também apoiam o desenvolvimento das recomendações do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC). Na parte de difusão tecnológica, os aplicativos disponibilizam funções de informar aos produtores rurais as iniciativas da EMBRAPA e as soluções tecnológicas desenvolvidas.

**Tabela 11**
Aplicativos agropecuários desenvolvidos pela EMBRAPA

| Área | Atividade | Aplicativos |
|---|---|---|
| Gestão e Planejamento (19) | Agrícola (4) | Doutor Milho; GD Arroz; PlanejArroz; Zarc – Plantio Certo |
| | Avícolas e suínas (2) | Conforcalc; Custo Fácil |
| | Pecuária de corte (6) | Arbopasto; CiCarne; Coletor do SIExp; Pastejando; Pasto Certo; Simulador PROAPE-MS |
| | Pecuária (caprinos e ovinos) (3) | CIM Custos; CIM Rebanho; SGRMobile |
| | Pecuária de leite (4) | +Leite; AppLeite; GisleiteApp; Roda da Reprodução |
| Biológico (18) | Agrícola (12) | AgroPragas Maracujá; BioSemeie; Detector de Pragas; Ferti-Matte; FertOnline; Manejo-Matte; Monitora Oeste; Nutri Meio-Norte; Orçamento Forrageiro; Pragueiro – Controle Agrícola; Defesa Vegetal; Guia inNAT |
| | Avícolas e suínas (2) | DiagSui Embrapa; Granucalc |
| | Pecuária de corte (4) | $uplementa Certo; Contador MdC; Cria Certo; S.A.C. Gado de Corte |

| Área | Atividade | Aplicativos |
|---|---|---|
| Ambiental (2) | Gestão Ambiental (1) | Códex |
| | Pecuária de corte (1) | GHG Protocol - Pecuária |
| Informativo (7) | Clima (4) | Agritempo; Agritempo GIS; Agromet; Guia Clima |
| | Seguro rural (1) | PSR - Programa de Seguro Rural |
| | Difusão tecnológica (2) | BRSCapiaçu; Prosa Rural |

**Fonte**: elaboração própria com base no levantamento.

A seguir se destacam alguns exemplos de aplicativos bastante difundidos:

- Roda da Reprodução: permite acompanhar o crescimento e o peso das novilhas e bezerras e monitorar de maneira simples os estágios produtivos e reprodutivos das vacas.
- *Website WebAmbiente*: é um sistema de informação interativo para auxiliar tomadas de decisão no processo de adequação ambiental da paisagem rural e contempla o maior banco de dados já produzido no Brasil sobre espécies vegetais nativas e estratégias para recomposição ambiental. Auxilia produtores rurais a simular a adoção de técnicas de recomposição, projetar resultados e riscos esperados além de formas de monitoramento dos plantios por pelo menos dez anos da intervenção.
- Zarc - Plantio Certo: mostra as melhores datas de plantio de 43 culturas. Ele recupera dados do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), que é um instrumento de política agrícola e gestão de riscos na agricultura. Possibilita identificar a melhor época de plantio das culturas, nos diferentes tipos de solo e ciclos das culturas, de acordo com as características e necessidades de cada cultura.
- Bioinsumos: busca consolidar um catálogo nacional de bioinsumos para facilitar e promover o acesso à informação sobre os produtos disponíveis para uso e como encontrá-los.
- Nutrisolo: auxilia na recomendação de adubação e calagem do solo para as culturas de abacaxi, banana, citros e mandioca no Amazonas.
- DoutorMilho: oferece uma série de sugestões de manejo para cada fase de desenvolvimento do milho.
- Agritempo: permite aos usuários o acesso às informações meteorológicas e agrometeorológicas de diversos municípios e estados brasileiros. Mapas de monitoramento, mapas de previsão de tempo, mapas de índice de seca e histórico de chuvas.
- Sistema Diagnose Virtual: com o objeto de subsidiar os agricultores em suas decisões sobre o manejo de doenças, possibilita o diagnóstico das mesmas via internet, além do uso racional de agrotóxicos, possibilitando redução de custos de produção.

Além de produzir novas tecnologias, a Embrapa tem atuado firmemente no processo de difusão, utilizando programas de rádio, TV, seminários, visitas a campo, cartilhas, *folders* e ferramentas digitais, como os aplicativos e os *websites*. Avaliação interna indica que "todas essas ações (...) têm permitido atingir eficazmente os clientes da empresa." (Massaruhá e Leite, 2017, pg. 29).

# OS VÁRIOS RETRATOS DA AGRICULTURA 4.0 NO BRASIL

# VII

Não há dúvidas de que a agricultura e os agricultores brasileiros estão inseridos, de forma abrangente, no que tem sido chamado revolução digital. Evidências não faltam! Basta abrir as revistas especializadas, acompanhar as notícias dos principais jornais e assistir programas na TV dedicados ao agro para se impressionar com exemplos de inovações que vêm sendo introduzidas, e mais ainda com as promessas que estão a caminho. A despeito disto, apresentar uma radiografia completa do que está acontecendo é praticamente impossível.

Um dos entraves para entender o perfil do produtor rural frente à adoção de tecnologias é justamente a ausência de um levantamento sistemático de informações e dados que contribuam para a caracterização e mapeamento adequado dos agricultores, especialmente no Brasil, que, como se sabe e amplamente debatido na literatura acadêmica (Santos, Vieira Filho, 2012; Buainain et al., 2014; Mendes, Buainain, Fasiaben, 2014a; Belik, 2015), tem profundas diferenças estruturais em suas regiões, indicando que os entraves encontrados pelos produtores também se diferem de acordo com a sua região.

Mesmo o Censo Agropecuário, que é o levantamento oficial realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, talvez, uma das pesquisas mais completas para entender a realidade rural brasileira, ainda não traz resultados mais pontuais sobre a adoção de tecnologias da agricultura digital ou de precisão. Os resultados permitem fazer apenas algumas inferências e descrição de condições estruturais da agricultura, mas não é possível captar as percepções dos produtores em relação a temas específicos, como a adoção de tecnologias, ainda porque esse não é o objetivo do Censo.

Além disso, existe uma defasagem temporal de realização dos Censos Agropecuários, uma vez que ocorrem, em média, a cada dez anos e, como se tem observado, o desenvolvimento e a difusão de tecnologias estão ocorrendo em um tempo muito menor, o que resulta em mudanças de trajetórias tecnológicas e de processos produtivos, que esse levantamento oficial não é capaz de captar, sendo necessário a realização de pesquisas mais específicas e pontuais junto aos produtores rurais.

Nesse sentido, considerando a impossibilidade de realizar uma pesquisa de campo com produtores rurais devido ao tempo reduzido de execução do presente trabalho e, principalmente, pelas medidas de distanciamento social adotadas para combater a pandemia da Covid-19, declarada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em março de 2020, optou-se pela consulta e levantamento de pesquisas e trabalhos já realizados por instituições e pesquisadores com produtores para identificar o nível de adoção das novas tecnologias.

Como já se comentou antes, o último censo agropecuário, realizado em 2017, apesar de ter adotado uma metodologia minimalista, permite apontar indícios robustos de que um grupo de produtores já está utilizando alguma modalidade de tecnologia associada à nova onda.

Após o Censo, outros 4 trabalhos, com alcance e enfoques diferentes, buscaram retratar o avanço da digitalização no campo. O primeiro foi realizado em 2017 pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micros e Pequenas Empresas (SEBRAE); o segundo foi realizado em 2019 por pesquisadoras da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Informática Agropecuária, limitado à Região Metropolitana de Campinas; o terceiro, mais abrangente, foi realizado em 2020 pela *McKinsey & Company*, e o último pelo mesmo Sebrae e Embrapa, no primeiro semestre de 2020.

A seguir, tendo como base esses trabalhos, apresenta-se os retratos da agricultura digital, buscando sempre dialogar com as informações mais gerais apresentadas pelo Censo Agropecuário e com aquelas mais pontuais publicadas pela imprensa especializada.

# A. Tecnologia da informação no agronegócio

A pesquisa Tecnologia da Informação no Agronegócio foi realizada em 2017 pelo Sebrae, organização voltada para apoiar a micro e pequena empresa, e que vem promovendo a inovação lato senso nesse segmento, no meio urbano e rural. O objetivo da pesquisa foi identificar o grau de acesso à tecnologia da informação e comunicação (TIC) por parte dos produtores rurais. Foram entrevistados 4.467 produtores, distribuídos em todos os estados brasileiros, entre os meses de março e abril de 2017. Apesar de incluir um número expressivo de produtores, a amostra não é estatisticamente representativa dos pequenos produtores rurais brasileiros e nem apresenta detalhes a respeito da área/tamanho dos produtores. O público-alvo foram os "produtores rurais que tiveram atendimento em 2016 que constam na base nos dados do Siacweb[7] e/ou empresas com Cadastro Nacional de Atividade Econômica (CNAE) do setor da agropecuária". Ademais, as entrevistas foram realizadas por telefone, outra fonte de viés, em especial no meio rural, onde um número significativo de produtores, a despeito de possuírem telefones celulares, estão fora de área enquanto estão no meio rural. Isto significa que a pesquisa apresenta uma fotografia de um subgrupo de produtores, provavelmente aquele mais bem posicionado para adotar inovações digitais.

O foco da pesquisa é a adoção das TICs em geral, e não propriamente de tecnologias digitais diretamente voltadas para a gestão, produção e comercialização. As tecnologias consideradas foram o uso de celular, o computador, a participação em cursos na internet e o uso da internet para o controle administrativo do negócio rural e transações comerciais. Apesar das limitações, a pesquisa é muito útil na medida em que apresenta indicadores da infraestrutura e meios para adoção, e de capacitação para o uso das tecnologias.

## 1. Utilização do celular

Um primeiro ponto relevante é a ampla difusão do uso do celular. O Censo não traz resultados específicos para o uso do celular, mas revela que 12% do total dos produtores obtém informações através da internet, e a pesquisa revela um percentual ainda mais elevado em relação ao uso do celular, superior a 90% em todos os estados, sendo praticamente universal em vários deles, com destaque para o Rio Grande do Sul, com 98%. Ainda que essa proporção seja influenciada pelo perfil da amostra, as informações colhidas junto aos serviços de extensão rural consultados, nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Pernambuco e Sergipe, confirmam a quase universalização da posse do celular, ainda que para um número significativo de pequenos produtores que são clientes desses serviços o uso seja restrito aos perímetros urbanos, a pontos de sinal à beira das estradas, estabelecimentos comerciais etc., e voltados para a comunicação familiar, com a comunidade e assuntos gerais, incluindo informações relacionadas à agricultura. Segundo essas informações o serviço usado é o pré-pago, cujas tarifas são mais elevadas e que oferecem acesso mais restrito à internet.

[7] O Siacweb (Sistema Integrado de Atendimento ao Cliente) é um sistema informatizado de apoio e registro dos atendimentos do SEBRAE, que inclui fundamentalmente aquela pequena parcela de produtores/empresas que em algum momento buscaram informações e apoio do Sebrae.

De fato, a pesquisa do Sebrae confirma que em média metade (46,2%) dos produtores rurais que têm celular o utiliza para acessar a internet, e que a qualidade da conexão varia de 4,6 em Roraima até 6,5 em Sergipe, em uma escala de 0 a 10. Ou seja, levando em conta que o uso preponderante é a comunicação de voz, a avaliação da qualidade como "média" indica restrições para uma utilização mais abrangente do celular, mesmo para essa amostra de produtores que supostamente estão em melhores condições do que a maioria.

A pesquisa também corrobora as informações das entrevistas que realizamos, e confirma que o uso do celular é preponderantemente para questões pessoais (variando de 12,9% no Rio Grande do Norte a 34,5% no Acre), e secundariamente para questões relacionadas ao negócio rural (variando entre 2,2% em Mato Grosso a 14,8 no Amapá). A mensagem consistente é que o uso do celular para os negócios é limitado, mesmo considerando o uso de forma bem abrangente. Mesmo nos estados com agricultura mais avançada, e nos quais a agricultura familiar é mais consolidada, a proporção dos que usam o celular prioritariamente para tratar de questões relacionadas ao negócio rural é muito baixa. Em Santa Catarina, São Paulo e Distrito Federal, por exemplo, está em torno de 5%, e no Rio Grande do Sul e Paraná, todos estados líderes no agronegócio, em torno de 11%. Surpreende que em Mato Grosso, sem dúvida líder quando se consideram os médios e grandes produtores, apenas 2,2% dos produtores da amostra tenham indicado utilização do celular no negócio.

Como se verá adiante, a pesquisa do Sebrae realizada com a Embrapa em 2020 já apresenta mudanças importantes em relação ao uso do celular.

## 2. O uso dos computadores e da internet

Ao lado do celular o computador é o meio mais utilizado pelos produtores para acessar o mundo aberto pelas TICs e para a revolução digital. A introdução do computador antecede a difusão do celular. O censo agropecuário de 2006 já reportava que 4,54% dos produtores tinham computador, cujo uso era ainda bastante restrito (MENDES, BUAINAIN, FASIABEN, 2014b).

A pesquisa SEBRAE (2017) indica que 39,5% dos produtores rurais utilizavam computador, supostamente no negócio rural, o que pode incluir desde uma simples consulta das condições climáticas até o uso de ferramentas de gestão, de uma planilha Excel a *softwares* especializados. Chama atenção que o computador seja usado principalmente em postos gratuitos ou redes abertas de WIFI, Cyber café ou *lan house* e outro local (amigo, parente, contador), seguido da residência e por último na propriedade rural. Trata-se de um indicativo de uso mais recreativo do que em aplicações voltadas para o negócio. Revela, de um lado, as restrições de acesso à internet nas propriedades rurais devido à falta de conexão, e de outro, o provável perfil do produtor que participou da amostra, que reside em áreas urbanas e trabalha nos estabelecimentos rurais, de forma permanente ou em alguns dias da semana.

A internet já aparece como um ambiente bastante difundido entre os produtores que participaram da amostra do Sebrae-2017, com uma utilização bastante diversificada. O foco de utilização do computador (tabela 12) e do acesso à internet é o uso do e-mail (mais de 80%), embora um percentual significativo (mais de 75% dos produtores) já o usasse há mais tempo para pesquisas de preços, identificar fornecedores e até mesmo para comprar insumos e mercadorias em geral e para o acesso a serviços do governo. Chama a atenção a proporção elevada de produtores que usavam a internet para a divulgação da empresa, compra de insumos e *marketing* dos produtos da empresa. De modo geral, mais de 50% dos produtores rurais realizavam compras pela internet para seus empreendimentos e menos de 50% realizavam vendas. Não há dúvidas que

essas proporções refletem o perfil da amostra, mas tampouco há dúvidas de que já revelavam tendências da difusão dessas tecnologias e ferramentas para grupos cada vez maiores e diversificados de produtores rurais.

É significativo que 20% dos entrevistados possuíam página ou perfil do negócio rural na internet, e que esse espaço já estivesse sendo utilizado para disponibilizar o catálogo de produtos/serviços, informações sobre os preços de venda, compras online e até para reclamação e sugestão.

**Tabela 12**
Proporção média da finalidade de acesso à internet pelo computador dos produtores rurais por região

| Finalidade do acesso | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|---|---|---|---|---|---|
| Acesso a serviços financeiros | 58% | 53% | 65% | 55% | 60% |
| Acesso a serviços do governo | 49% | 48% | 54% | 52% | 54% |
| Uso do e-mail | 90% | 80% | 91% | 83% | 82% |
| Pesquisas de preço / fornecedores | 78% | 76% | 84% | 82% | 86% |
| Fórum/ comunidade virtual / web conferência | 41% | 34% | 35% | 40% | 38% |
| Divulgação da empresa via site | 38% | 27% | 41% | 34% | 34% |
| Compra de insumos ou mercadorias | 44% | 50% | 66% | 61% | 62% |
| Exposição de produtos da empresa | 23% | 28% | 39% | 34% | 33% |
| Outras finalidades | 13% | 11% | 11% | 11% | 8% |
| Não sabe | 0% | 2% | 1% | 1% | 2% |
| Sem resposta | 0% | 1% | 0% | 1% | 3% |

**Fonte**: adaptado de SEBRAE (2017).

Como já se indicou, a capacitação foi indicada como uma das principais dificuldades para a difusão e boa utilização da tecnologia digital, mesmo entre e por produtores de maior porte. Também vimos que a difusão da internet, celular e computador facilitou a capacitação tecnológica (e também o acesso à informação), tradicionalmente realizada de forma presencial, individualmente ou em pequenos grupos, por profissionais da extensão rural, com custos elevados devido à logística, despesas de viagens etc., e alcance limitado.

A pesquisa de 2017 buscou avaliar o comportamento dos produtores rurais em relação à utilização da internet para participação em cursos online, considerando os produtores rurais que já fizeram algum tipo de curso online, o interesse em fazer um curso e a disponibilidade de tempo. Os resultados mostraram que, naquele momento, apenas 1/3 dos produtores manifestaram interesse em fazer cursos online, com 1 a até 5 horas por semana. Esse resultado foi inteiramente superado pelas mudanças associadas à pandemia, com o fechamento físico das escolas e a rápida introdução de atividades educacionais online, e a enorme oferta de palestras, cursos e atividades de extensão via web, organizadas tanto por instituições públicas de assistência técnica e extensão rural como por empresas dos mais variados portes, pelas associações/organizações de produtores e pelos governos nos 3 níveis.

## 3. Gestão do negócio

Historicamente, a gestão na agricultura sempre foi mais informal, baseada na experiência e conhecimento dos produtores, adquirido pela vivência e transferido entre as gerações pela prática coletiva, pelo trabalho conjunto e pelas tradições. Um reflexo desta situação é que a maioria dos produtores rurais brasileiros, independentemente do

porte, atua como pessoa física e não como uma empresa juridicamente constituída.[8] Os extensionistas que trabalham no campo conhecem bem a dificuldade relacionada ao déficit de informação organizada, uma vez que os produtores não têm a cultura de levantar e registrar informações detalhadas sobre suas atividades. A introdução do computador, com planilhas de cálculo e um grande número de softwares especializados em gestão dos negócios rurais, gerou a expectativa de que esse estado de coisas mudaria rapidamente. Isso não ocorreu, pelo menos na amplitude que se imaginava. De um lado os produtores não pareciam ver vantagens no esforço exigido pelo registro dos dados. De outro, o árduo processo de trabalho, do amanhecer ao anoitecer, sempre se colocou como um obstáculo para a formalização do controle por parte dos produtores que não têm condições de contratar serviços especializados. O depoimento de um produtor sobre o assunto é esclarecedor: "Dr., aqui nós começamos às 4 da manhã e vamos até a noitinha. Depois que a gente para, toma banho e janta, a única coisa que dá pra fazer é dormir vendo a TV".

Os resultados da pesquisa de 2017 sobre o comportamento dos produtores rurais em relação ao controle administrativo do negócio rural, considerando a utilização do controle administrativo e financeiro e interesse em utilizar alguma ferramenta digital de gerenciamento, já indicam mudanças positivas em relação à gestão. Primeiro, pela redução dos que não fazem nenhum tipo de controle; segundo, pelo elevado percentual dos que fazem algum tipo de controle (mais de 60%, tabela 13); terceiro, pela difusão do uso das planilhas e programas de controle financeiro para o controle das receitas, despesas, custos e estoque. Em particular nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste, aproximadamente 30% dos produtores fazem o controle por meio de um recurso tecnológico (computador, programa ou celular); e finalmente pelo interesse demonstrado pelos produtores em utilizar alguma ferramenta digital (tabela 14): de modo geral, mais de 60% dos produtores rurais tem interesse em utilizar alguma ferramenta de gestão digital.

**Tabela 13**
Proporção média dos produtores rurais que fazem o controle das receitas, despesas, custos e estoque do negócio rural por região

| Região | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|---|---|---|---|---|---|
| Não | 40% | 36% | 26% | 24% | 27% |
| Sim, no papel | 42% | 47% | 39% | 45% | 44% |
| Sim, no computador com planilhas | 14% | 13% | 28% | 25% | 22% |
| Sim, no computador com um programa de controle financeiro | 2% | 2% | 5% | 5% | 5% |
| Sim, no celular | 1% | 1% | 1% | 1% | 1% |
| Sim, o contador e/ou empresa de contabilidade | 1% | 0% | 1% | 1% | 1% |

**Fonte**: adaptado de SEBRAE (2017).

**Tabela 14**
Interesse dos produtores rurais em utilizar alguma ferramenta digital por região

| Região | Norte | Nordeste | Sudeste | Sul | Centro-Oeste |
|---|---|---|---|---|---|
| Sim, no computador | 27% | 30% | 37% | 34% | 36% |
| Sim, no celular | 14% | 16% | 13% | 13% | 12% |
| Não usaria ferramentas de gestão digitais | 26% | 25% | 21% | 20% | 19% |
| Não sabe avaliar | 13% | 11% | 11% | 14% | 15% |
| Sim, no computador e no celular | 20% | 19% | 18% | 19% | 18% |

**Fonte**: adaptado de SEBRAE (2017).

[8] A constituição jurídica resulta em alguns benefícios: previdenciária, que pode contribuir ao acesso de algumas coberturas, como auxílio-maternidade, auxílio-doença e auxílio-aposentadoria; creditícia, facilitando a obtenção de empréstimos a taxas de juros reduzidas e maiores prazos de pagamento; e fiscal, que pode possibilitar a redução tributária.

**Tabela 15**
Proporção média dos negócios rurais dos produtores que realizaram transações comerciais pela internet nos últimos 12 meses por região

| Região | Venda | | | Compra | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Sim | Não | Não sabe | Sim | Não | Não sabe |
| Norte | 39% | 61% | 0% | 50% | 36% | 14% |
| Nordeste | 36% | 62% | 2% | 60% | 38% | 2% |
| Sudeste | 49% | 50% | 1% | 69% | 29% | 2% |
| Sul | 39% | 60% | 1% | 50% | 50% | 0% |
| Centro-Oeste | 45% | 54% | 1% | 57% | 42% | 1% |

**Fonte**: adaptado de SEBRAE (2017).

Interessante notar que a variação dos resultados entre as regiões não parece refletir as grandes diferenças que de fato caracterizam a agricultura e o meio rural das regiões. Não há dúvida de que o perfil da amostra a partir da clientela do Sebrae contribui para suavizar as diferenças.

## B. SBIAgro-Agricultura digital: levantamento junto ao produtor rural na Região Metropolitana de Campinas (2019)

Essa pesquisa teve como objetivo identificar as principais necessidades dos produtores rurais da Região Metropolitana de Campinas (RMC) em relação ao uso de tecnologias digitais em suas propriedades. Embora a cobertura geográfica seja limitada, a inclusão desse "retrato" se justifica por duas razões. Primeiro, pelo perfil dos produtores amostrados, a maioria pequenos produtores de frutas (76,2%) (a região é um polo de produção de frutas) e de hortaliças (14,3%), com participação de produtores de grãos e outros produtos. Segundo, justamente por se tratar da RMC, apontada por muitos como a capital do agronegócio brasileiro, um polo tecnológico com a presença de universidades de destaque, entre as quais a Unicamp e a Escola Luiz de Queiróz (USP), empresas de tecnologia, instituições e laboratórios públicos e privados de pesquisa, entre os quais a Embrapa (3 centros de pesquisa), o CPqD (líder em tecnologia digital), empresas líderes na área, como a John Deer, Bosh, Syngenta, e hubs de inovação[9]. Em certo sentido, os produtores da RMC estão em um contexto privilegiado do ponto de vista do acesso à tecnologia, e suas necessidades podem ser tomadas com indicativas de necessidades que tenderão a se difundir entre os demais.

O estudo foi realizado pelo *AgroHub* Campinas, com o apoio da Embrapa Informática Agropecuária. O AgroHub Campinas é uma iniciativa que envolve diferentes parceiros do setor público e privado, e tem como objetivo fomentar a inovação de tecnologias digitais diante das necessidades dos produtores. A Embrapa Informática Agropecuária é pioneira na promoção da agricultura digital no Brasil, responsável pelo lançamento do Ecossistema de Agricultura Digital, um arranjo que integra diferentes atores comprometidos com a promoção da agricultura digital, da geração e oferta de tecnologia à adoção. Esses atores são representados pelos produtores, *startups* e instituições públicas e privadas incluindo centros de pesquisa, universidades, empresas do agronegócio, órgãos reguladores e instituições governamentais (Leite, Duarte, Massaruhá, 2019).

[9] Os autores citaram pelo menos 16 instituições de pesquisa e tecnologia situadas em Campinas – SP.

Mais uma vez se confirma que a gestão informal ainda é relevante, e que praticamente 1/5 dos entrevistados não fazem administração formal da produção, e dentre aqueles que fazem, pouco mais de 28% registram alguns dados básicos no papel, 43% usam o computador e só 4% utilizam algum *software* de gestão administrativa e 6% *software* de gestão administrativa e agronômica. Importante destacar que outros trabalhos que tratam do tema (Batalha, Buainain, Souza Filho, 2005; Affonso, Hashimoto, Santana, 2015; Ferraz, Pinto, 2017) indicam que os registros feitos em papel, e até mesmo em computador, tendem a ser incompletos e não sistemáticos, referindo-se principalmente aos itens mais relevantes das despesas e das receitas. Além disso, em muitos casos os dados registrados não são incorporados como informações na gestão cotidiana do negócio, para a tomada de decisões e ajustes nos processos. São usados apenas esporadicamente, como complemento à memória do produtor, em processos particulares, como a elaboração de um projeto de financiamento.

A despeito da imagem de descuido que as informações sobre a adoção de práticas administrativas podem passar, a situação muda em relação à gestão da produção propriamente dita. Neste campo, identificou-se que 36,8% dos produtores consultam um engenheiro agrônomo para prevenir e combater as pragas e ervas daninhas; 36,8% utilizam *softwares* que acompanham a produção em tempo real e alertam para usar inseticidas; 15,8% utilizam remédios de acordo com a própria percepção; 4% possuem dados no computador, observam o cultivo e de vez em quando consultam um agrônomo, e apenas 6,6% não se preocupam. Também se verificou que 75% dos produtores observam as necessidades hídricas e de fertilizantes em cada área de cultivo, mesmo sem o uso de alguma tecnologia específica, mas que apenas 10% fazem irrigação ou regam quando está seco, e um percentual ainda menor, de 4%, utiliza *software* para medir a necessidade real de água e fertilizantes. E de novo, em torno de 7% não se preocupam.

A despeito da localização e de contarem com sistemas locais de assistência técnica e extensão rural, tanto da CATI, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Estado de São Paulo, cuja sede é em Campinas e mantem-se ativa no atendimento dos pequenos produtores do estado, como vinculados às universidades, empresas, ONGs, escritórios privados, a tecnologia digital ainda não era difundida e utilizada pelos pequenos produtores da RMC. Corroborando essa constatação, a pesquisa identificou que 9,5% dos produtores não classificam os produtos, pois consideram todos iguais; 47,6% fazem classificação por peso, tamanho e características visuais manualmente; 19% utilizam balanças e réguas que auxiliam na classificação e 23,8% fazem a classificação artesanalmente ("no olho").

O aspecto positivo é que 95,2% dos produtores valorizam a tecnologia para melhorar a produção e sustentabilidade e apenas 4,8% manifestam certa dúvida em relação a esse potencial. Na visão dos autores da pesquisa (Leite, Duarte e Massaruhá, 2019), essa crença abre o caminho para um diálogo mais próximo entre os produtores, as cooperativas e as instituições/empresas de tecnologias, tanto aquelas em condições de oferecer soluções prontas e gratuitas para alguns casos como soluções adquiridas no mercado ou, ainda, soluções específicas que podem ser desenvolvidas junto aos centros de pesquisa.

Em relação às necessidades, quase 37% dos produtores manifestaram interesse em tecnologias relacionadas a equipamentos, como robôs, drones, irrigação mecanizada, câmara fria etc., ou seja, tecnologia que responda tanto à crescente escassez de mão de obra rural na região como facilite o próprio processo de trabalho para atender as exigências de bem-estar, cada vez mais relevante para os agricultores, seus familiares e funcionários. Também é relevante o interesse em *softwares* de administração (28%) e em conectar a propriedade à internet (18,2%) e na utilização de sensores para o monitoramento agrícola e de irrigação (18,2%).

Esse levantamento na Região Metropolitana de Campinas (RMC), polo de tecnologia do país, ainda que limitado, revela aspectos importantes do processo de adoção de tecnologias pelos produtores rurais. Assim, se em uma região que é um centro de desenvolvimento e difusão de tecnologias para a agricultura, uma parcela de produtores encontra entraves para a adoção de determinadas tecnologias, é razoável projetar dificuldades ainda maiores em áreas menos desenvolvidas, sejam relacionadas à disponibilidade da tecnologia e de informação sejam relacionadas a barreiras para a inovação.

## C. *McKinsey & Company* – A Mente do Agricultor Brasileiro na Era Digital (2020)

Essa pesquisa, realizada no início de 2020 pela McKinsey & Company, teve como objetivo verificar o nível de integração digital dos produtores. A amostra incluiu 750 produtores de 5 culturas agrícolas (algodão, grãos, verduras e legumes, cana-de-açúcar e café), distribuídos em 11 estados, que em conjunto representam mais de 80% da área cultivada no Brasil. Embora a amostra inclua produtores de diferentes portes, pode-se afirmar que representa o estrato mais moderno do produtor rural brasileiro, inserido nas cadeias de valor mais dinâmicas e que tem acompanhado a evolução tecnológica das últimas décadas e em curso.

Os produtores foram segmentados em 7 grupos, classificados com base no tipo de cultivo e região:

i) Produtores de algodão, com presença nos estados da Bahia e em Mato Grosso, que praticam agricultura mecanizada em larga escala, a maioria (86%) em propriedades com tamanho superior a 500 hectares (42% entre 500 e 2.500 ha. e 44% em áreas superiores a 2.500 ha.), jovens com até 35 anos (61%) e entre 35 e 45 anos (30%), com bom nível educacional (52% com ensino superior completo 31% com ensino médio);

ii) Produtores de grãos no Cerrado do Centro-Oeste (Mato Grosso, Minas Gerais e Goiás), também mecanizados com agricultura em larga escala praticada em propriedades acima de 500 ha. (83% dos enquadrados na categoria), a maioria jovens com até 45 anos de idade e com ensino superior (44%) e médio (36%);

iii) Produtores de grãos em MATOPIBA, 84% produzindo em propriedades com áreas maiores do que 500 hectares, jovens com até 45 anos (67%), ensino superior (20%) e médio (39%);

iv) Produtores de verduras e legumes nos estados da Bahia, Goiás, Minas Gerais e São Paulo, a maioria em propriedades de até 100 hectares (59%), 40% jovens de até 35 anos, 26% com nível superior e 36% com ensino médio;

v) Produtores de cana-de-açúcar do Paraná e São Paulo, de pequeno e médio porte (34% e 31% com áreas até 100 ha. e entre 100 e 500 ha., respectivamente), idade mais avançada (68% com mais de 45 anos) e nível educacional elevado;

vi) Produtores de café, na Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, a maioria de pequeno porte (63% com áreas até 100 ha, idade mais avançada, com 40% com ensino fundamental);

vii) Produtores de Grãos do Sul, nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul, com fazendas de pequeno e médio porte, idade mais avançada, distribuídos igualmente entre grupos com ensino médio e superior e com ensino fundamental.

A própria McKinsey dividiu esses 7 tipos em 3 grandes grupos, indicados na tabela 16 (i) agricultura mecanizada em larga escala, grupos etários mais jovens e empreendedor. (ii) pequenas fazendas, perfil de idade equilibrados; e (iii) fazendas de pequeno e médio portes, grupos etários com idade mais avançadas e perfil mais conservador.

Embora a amostra e a abrangência regional tenham sido menores do que a pesquisa realizada pelo SEBRAE (2017), esse levantamento agrega informações sobre o processo de digitalização da agricultura, não apenas em função do perfil do produtor, mas também porque muitas transformações ocorreram nos 3 anos desde a realização do levantamento de 2017.

**Tabela 16**
Características dos produtores rurais entrevistados

| Cluster | Culturas predominantes | Locais de predominância de produtores |
|---|---|---|
| - Agricultura mecanizada em larga escala;<br>- Grupos etários mais jovens;<br>- Empreendedor | Algodão e Grãos | - Nordeste: Bahia; Maranhão; Piauí;<br>- Norte: Tocantins;<br>- Sudeste: Minas Gerais;<br>- Centro-Oeste: Mato Grosso e Goiás |
| - Pequenas fazendas;<br>- Perfil de idade equilibrados | Verduras e legumes | - Nordeste: Bahia;<br>- Sudeste: Minas Gerais e São Paulo;<br>- Centro-Oeste: Goiás |
| - Fazendas de pequeno e médio portes;<br>- Grupos etários com idade mais avançada;<br>- Tradicional e mais conservador | Cana-de-açúcar; Café; e Grãos | - Nordeste: Bahia;<br>- Sudeste: Espírito Santo; Minas Gerais; São Paulo;<br>- Sul: Paraná e Rio Grande do Sul |

**Fonte**: adaptado de McKinsey & Company (2020).

A tabela 16 apresenta a amostra, com o perfil produtivo dos produtores entrevistados, estratificados em função de algumas características do sistema de produção/unidade produtiva, e do tamanho da propriedade. Foi estratificado em 4 categorias: menos de 50 ha; entre 50 e 100 ha; entre 100 e 500 ha; entre 500 e 2.500 ha; e mais de 2.500 ha. O conhecimento dessa estratificação é fundamental para saber o que está sendo considerado como pequena e média propriedade, pois existem trabalhos que consideram estabelecimentos de pequeno porte aqueles que tem até 10 hectares, conforme Buainain e Garcia (2013).

## 1. Acesso e uso da web e do celular

Os resultados gerais da pesquisa revelam que esse grupo de produtores brasileiros está fortemente inserido na economia digital. O uso do celular é universal, 95% dos entrevistados têm internet na propriedade, 85% usam o aplicativo WhatsApp diariamente para fins relacionados à agricultura, mesmo no grupo com menor alfabetização, e 71% usa os canais digitais diariamente para questões relacionadas à gestão da fazenda. Pode-se dizer que, nesta amostra, a principal fonte de informação dos produtores é a web, tanto via computador como celular, em particular nas regiões das novas fronteiras, onde 97% dos agricultores de algodão e do MATOBIPA entrevistados se informa via web. Segundo a McKinsey, que realizou estudo semelhante nos EUA, a expansão digital é maior no Brasil do que nos EUA: 36% dos agricultores brasileiros pesquisados fazem compras online para a fazenda em comparação a 24% nos EUA.

Corroborando a informação dos especialistas, a infraestrutura digital, segurança digital e experiência do usuário aparecem como os principais gargalos para o uso e expansão da aplicação da tecnologia de base digital na gestão e produção. Mesmo entre esse grupo de produtores incluídos na amostra, apenas 23% têm acesso completo à internet em toda a operação agrícola. Nas regiões das fronteiras do cerrado, no Centro-Oeste e no Matopiba, o percentual é de apenas 13%.

Talvez mais importante do que o uso corrente seja a atitude favorável à inovação dos produtores. Dentre os que ainda não utilizam, 40% indicou disposição para aumentar a utilização de canais digitais se a percepção das plataformas online fosse de maior segurança. Nessa mesma direção, 53% dos agricultores pesquisados indicaram que já usam ou pretendem usar tecnologia de precisão, percentual que já alcança 75% dos agricultores de Algodão e de Grãos-Matopiba. A pesquisa também identificou o uso de VRA[10] e de *drones* para a realização de diagnósticos, principalmente pelos agricultores mais jovens, e a disposição para a adoção de tecnologias de precisão, incluindo o sensoriamento remoto, telemetria e Internet das Coisas (IoT). No momento, 53% dos entrevistados já utilizam pelo menos uma tecnologia de precisão ou estão dispostos a adotar uma nas próximas 2 safras. O percentual de utilização de VRA, *drones*, sensoriamento remoto, telemetria e automação e IoT é significativamente mais baixo nas propriedades de até 100 hectares. Outra constatação relevante é a utilização, cada vez mais frequente, do WhatsApp nas negociações para a realização de compras e investimentos, embora o fechamento do negócio ainda seja fundamentalmente presencial.

A segurança online aparece como a principal barreira para o aumento de compras online de insumos, que de todo modo vêm crescendo e foi acelerada em função da pandemia.

A percepção das vantagens oferecidas pelas operações online é bem clara. Os produtores apontam como principal vantagem a economia de tempo e o potencial para redução de custos na medida em que podem obter melhores preços em muitos itens, em particular em localidades nas quais a concorrência nos mercados locais é menos intensa. A pandemia acelerou a mudança de comportamento que já vinha ocorrendo, e não há dúvidas de que no futuro imediato as compras online, em particular de produtos já conhecidos pelos produtores, ganharão maior importância.

Mas também é clara a percepção dos problemas e riscos. Na pesquisa da *McKinsey* a segurança aparece como o principal desafio, e as poucas informações disponibilizadas indicam que a insegurança está associada à ruptura de relações comerciais que, a despeito do grau de formalização, ainda envolvem o contato direto entre vendedor-comprador, o conhecimento, o trato personalizado, como é comum nas transações nas lojas especializadas de produtos agropecuários nas cidades de pequeno e médio porte do interior brasileiro. O prazo e a garantia de entrega também são mencionados pelos entrevistados.

A pesquisa *McKinsey* também confirma a percepção de vários especialistas ouvidos, que chamam a atenção para a importância da informação tecnológica por parte do produtor, tanto para a adoção como para a utilização. A desinformação ou informação incompleta sobre as efetivas capacidades dos produtos atua tanto no sentido de dificultar a adoção como para levar à aquisição de tecnologias inapropriadas e/ou que, mesmo sendo indicadas, são subutilizadas pelo produtor. Nesse sentido a *McKinsey* aponta que "a falta de entendimento das capacidades completas do produto e a falta de vendedores treinados ainda são vistos como limitando a adoção mais ampla" de inovação e tecnologia, e cita o depoimento de um produtor de grãos do Sul, que diz: "adquirimos maquinário tecnológico agrícola, mas não podemos usar nem 10% do que ele oferece. Os fabricantes não dão as orientações adequadas e os técnicos que nos dão cursos de treinamento também não entendem a complexidade da nova tecnologia." Esse retrato reforça a importância da informação e capacitação tecnológica como entraves para a difusão da inovação.

Com base no conjunto dos resultados a *McKinsey* indicou alguns *clusters* comportamentais (ver Quadro abaixo), que provavelmente poderiam ser extrapolados para os agricultores brasileiros em geral da seguinte forma:

[10] Sigla do inglês que significa *Variable-Rate Application*. É uma tecnologia de semeio.

- *Empreendedores*: produtores em larga escala, jovem maduro, inseridos em cadeias bem estruturadas, com acesso facilitado aos canais de financiamento, fornecimento de insumos e comercialização, parcerias estabelecidas com agentes participantes das cadeias produtivas, formação educacional de nível médio e superior, acesso autônomo à informação e acesso à assistência técnica endógena e/ou externa;
- *Agricultores bem-informados sobre a tecnologia*: um subgrupo de empreendedores, mais jovens e com formação educacional superior, seriam mais abertos às inovações em geral, e mais dispostos a experimentar; no *cluster* da *McKinsey* estão concentrados em propriedades grandes, acima de 500 hectares, e aplicam a mentalidade B2B na gestão das fazendas. No *cluster* ampliado também atuam em unidades menores, tanto na produção de grãos como de cultivos não tradicionais, incluindo frutas;
- *Jovens agricultores de hortifruti*: são pequenos produtores, abertos para a inovação, bem-informados, mas com menos disposição para arriscar devido provavelmente à restrição de capital e à própria incerteza dos mercados nos quais atuam;
- *Agricultores artesanais/tradicionais*: produtores maduros, de médio porte, conhecedores da tecnologia, mas conservadores na gestão da fazenda, tanto no que se refere aos investimentos como na orientação dos negócios;
- *Produtores associados a cooperativas*: pequenos produtores maduros, atuando em ramos tradicionais, acompanham com cautela o processo de modernização.

**Tabela 17**
Exemplos de clusters comportamentias desenvolvidos a partir da pesquisa

| Cluster | Descrição | Porcentagem de agricultores pesquisados | Detalhamento do agrupamento | Idade | Tamanho da propriedade (ha) | Principais insights |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Empreendedor de grãos | Produtores de grãos estabelecidos no Cerrado e no Nordeste sofisticados e voltados ao crescimento | 34% | 36% Grãos-MATOPIBA;<br>30% Grãos-Cerrado;<br>29% Grãos-Sul | 35 a 55 | 100-500 | - 1/2 já compra online na fazenda;<br>- Contam principalmente com financiamento externo |
| Agricultores antenados com tecnologia | Pioneiros na adoção de tecnologia aplicam a mentalidade B2B para gerenciar grandes fazendas | 22% | 62% Algodão;<br>15% Grãos-MATOPIBA;<br>14% Grãos-Cerrado | < 35 | +500 | - São os mais interessados em expandir suas operações, vender online e adquirir maquinário |
| Jovens agricultores de hortifruti | Pequenos produtores de verduras e legumes conhecedores de digital, auto orientados e avessos ao risco | 15% | 100% Verduras e legumes | < 35 | < 500 | - O cluster mais orientado por preço;<br>- A maioria planeja comprar insumos online |
| Agricultores artesanais | Produtores de café maduros orientados pela qualidade, orgulhosos e conservadores em relação à tecnologia | 6% | 99% Café | > 55 | < 100 | - Quase todos são autofinanciados;<br>- Não têm interesse em vender a produção online |
| Membros maduros de cooperativas | Pequenos agricultores em regiões e cultivos tradicionais | 23% | 54% Cana-de-açúcar;<br>29% Café;<br>15% Grãos-Sul | > 55 | < 500 | - Membros de cooperativas;<br>- Os que menos investem em maquinário |

**Fonte**: adaptado de McKinsey & Company (2020).

# D. Agricultura conectada: tendências, desafios e oportunidades

A pesquisa realizada pela Embrapa, Sebrae e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), envolvendo 750 entrevistados entre produtores rurais, empresas e prestadores de serviços, apresenta um retrato abrangente da agricultura digital no Brasil. A pesquisa

foi realizada entre abril e junho de 2020, por meio de questionário on-line, e a amostra final contou com a participação de 504 agricultores, em todos os estados, a maioria (72%) com áreas de até 50 hectares.

O retrato comprova a rápida difusão das tecnologias digitais em todos os grupos de produtores. Em termos gerais, a internet está plenamente difundida entre os produtores rurais, e mais de 70% dos entrevistados já a utilizam com algum vínculo com a agricultura. A utilização, para muitos, é ainda genérica, com buscas de novidades, consulta de preços e evolução dos mercados, pesquisa para aquisição de insumos e equipamentos, ou mais específica, em apoio direto à gestão da propriedade. Segundo depoimento de Édson Bolfe, pesquisador da Embrapa e coordenador da pesquisa, "(...) foi possível observar também que uma parte dos produtores rurais já utiliza outras aplicações a partir de sensores remotos e de campo, eletrônica embarcada, aplicativos ou plataformas digitais para fins específicos em uma cultura ou sistema de produção".

A tabela 17 apresenta o retrato completo das tecnologias utilizadas pelos produtores, por tamanho. Desde já se destaca o uso praticamente generalizado da internet por todos os agricultores, seguido da utilização pela maioria de aplicativos ou programas para a gestão. Já as demais tecnologias listadas são menos difundidas. É elevado o percentual de produtores com mais de 100 hectares que indicaram usar GPS na produção (56%) e dados ou imagens fornecidas por sensores remotos (46%), mas entre os demais é bem menos difundido, pouco mais de 10% para os com menos de 20 ha e de 20% para aqueles entre 20 e 100 ha. No outro extremo, apenas 14,4% do total dos produtores não usa nenhuma tecnologia de agricultura digital, com percentuais mais elevados entre os menores de 20 ha (17%), entre 20 e 100 ha (15%) e baixo entre os com áreas superiores a 100 ha (apenas 7%).

A partir das entrevistas realizadas junto aos especialistas é possível afirmar, com segurança, que a utilização é diferenciada, e que para a maior parte dos pequenos e médios produtores a internet e ferramentas derivadas é ainda subsidiária, ferramenta de consulta e apoio, enquanto para os maiores já se transformou em ferramenta de planejamento e gestão, como indicado por Bolfe. De fato, as informações sobre a finalidade do uso da tecnologia (tabela 18) confirmam que a principal finalidade é a "obtenção de informação e planejamento das atividades da propriedade", mas que um percentual significativamente menor de produtores com até 20 hectares e entre 20 e 100 utiliza tecnologias digitais para a "gestão da propriedade rural" e para todas as demais finalidades incluídas, desde o "mapeamento e planejamento do uso da terra" até "detecção e controle de doenças, pragas e áreas com déficit hídrico". O uso de eletrônica embarcada em máquinas e equipamentos, carro chefe da agricultura 4.0, já é expressivo entre os com mais de 100 ha., e limitada entre os demais (4% e 7% para os menores e médios). Ainda que o percentual de 38% registrado pelos produtores com mais de 100 ha possa parecer baixo, os especialistas o interpretam como bastante expressivo, uma vez que se refere ao estoque de máquinas, que tem vida útil média de 10 mil horas[11] de trabalho, segundo Bussab (1997), e que a eletrônica embarcada começou a ser introduzida após 1980 nas máquinas e implementos agrícolas, de acordo com Sousa, Lopes e Inamasu (2014). Esse percentual poderia indicar que praticamente 100% das máquinas adquiridas nos anos mais recentes, tanto para ampliação como para reposição, já conta com tecnologia digital, que tende a se universalizar à medida em que o parque for se renovando nos próximos anos.

Também merece destaque a utilização por 27% dos produtores com mais de 100 ha. de dados ou imagens fornecidas por sensores no campo e por 26% a dos mapas digitais de produtividade ou informações localizadas geograficamente. Entre os pequenos e

[11] Conforme Oliveira (2000), medir a vida útil em horas seria mais apropriado, especialmente para melhor observar a redução do valor da máquina, da obsolescência, e a diminuição da capacidade operacional, com a finalidade de avaliar também a qualidade do trabalho realizado pela máquina.

médios o uso dessas tecnologias é ainda bastante limitado, embora os sensores já sejam utilizados por quase 15% deles.

**Tabela 18**
Tecnologias de agricultura digital utilizadas pelos produtores por tamanho de estabelecimentos no Brasil-2020

| Tecnologia | 0 a 20 ha | 20 a 100 ha | + de 100 ha |
|---|---|---|---|
| Internet para atividades gerais ligadas à produção | 69% | 68% | 84% |
| Aplicativos ou programas para gestão | 55% | 57% | 77% |
| GPS na produção | 14% | 24% | 55% |
| Dados ou imagens fornecidas por sensores remotos | 12% | 23% | 46% |
| Aplicativos ou programas para obtenção ou divulgação de informações | 18% | 28% | 41% |
| Máquinas ou equipamentos com eletrônica embarcada | 4% | 7% | 38% |
| Dados ou imagens fornecidas por sensores no campo | 14% | 13% | 27% |
| Mapas digitais de produtividade ou informações localizadas geograficamente | 1% | 8% | 26% |
| Nenhuma | 17% | 15% | 7% |
| Sistemas automatizados ou robotizados para uso na produção | 7% | 7% | 6% |
| Outros | 2% | 6% | 4% |

**Fonte**: Bolfe *et al.* (2020).

As tecnologias têm sido utilizadas com múltiplas finalidades, cobrindo todo o processo produtivo, mas com difusão diferenciada entre os produtores (ver tabela 19). A aplicação na área de gestão é sem dúvida a mais difundida, com aplicações mais avançadas, como o mapeamento e planejamento do uso da terra, a previsão de riscos climáticos e a compra e venda de insumos e da produção. Ainda que os percentuais não sejam tão elevados, são expressivos em se tratando de tecnologias que estão praticamente chegando ao mercado. E mesmo levando em conta que a amostra se refere sem dúvida a grupos de produtores mais próximos ao ambiente digital —até porque a entrevista foi feita via internet—, indica que a difusão tem sido rápida e tende a se massificar nos próximos anos, alcançando a grande maioria dos produtores que têm condições de inovar.

**Tabela 19**
Finalidade de uso de tecnologias de agricultura digital utilizadas pelos produtores por tamanho de estabelecimentos no Brasil-2020

| Uso de tecnologia | 0 a 20 ha | 20 a 100 ha | + de 100 ha |
|---|---|---|---|
| Obtenção de informações e planejamento das atividades da propriedade | 62% | 65% | 80% |
| Gestão da propriedade rural | 37% | 49% | 71% |
| Mapeamento e planejamento do uso da terra | 27% | 41% | 64% |
| Compra e vendas de insumos, de produtos e da produção | 38% | 44% | 53% |
| Previsão de riscos climáticos | 29% | 34% | 40% |
| Estimativas de produção e produtividade | 18% | 22% | 37% |
| Bem-estar animal | 22% | 28% | 26% |
| Detecção e controle de deficiências nutricionais | 14% | 14% | 26% |
| Detecção e controle de falhas operacionais no plantio | 9% | 10% | 22% |
| Certificações e rastreabilidade | 13% | 13% | 20% |
| Detecção e controle de plantas daninhas | 10% | 11% | 18% |
| Detecção e controle de doenças | 16% | 11% | 16% |
| Detecção e controle de pragas | 14% | 9% | 15% |
| Detecção e controle de áreas com déficit hídrico | 5% | 9% | 12% |
| Outros | 5% | 5% | 2% |

**Fonte**: Bolfe *et al.* (2020).

As dificuldades levantadas pela pesquisa confirmam o diagnóstico traçado pelos especialistas e revelado pela literatura, e podem ser agrupados em 4 grupos: (i) dimensão econômica e financeira; (ii) conectividade; (iii) informação, conhecimento e capacitação; (iv) características da tecnologia.

Em relação às máquinas, que aparecem com destaque dentre as tecnologias, o maior obstáculo é o valor do investimento, apontado por quase 70% dos produtores dos três grupos. De fato, a dimensão econômica é indicada como um obstáculo relevante por todos os grupos (em alguns casos com peso diferente), seja pela dificuldade de acesso ao crédito (bem mais elevada para os produtores com menos de 10 hectares (39%) do que para os médios (28%) e grandes (29%), seja devido ao valor do investimento para contratação de serviços (em torno de 45% em todos os grupos), custos operacionais, manutenção e utilização (em torno de 36% em todos), os custos da tecnologia de agricultura digital são maiores que os benefícios econômicos (25% dos produtores menores e 20% dos maiores) e até falta de real comprovação dos benefícios econômicos.

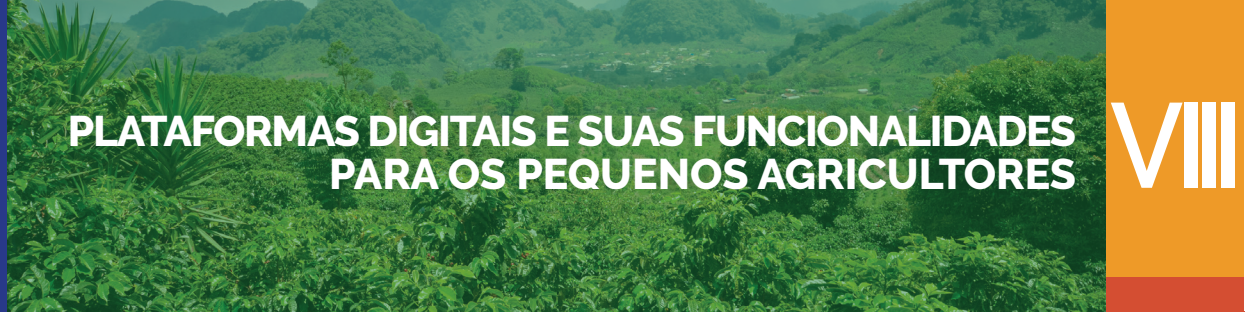
**Tabela 20**
Dificuldade de acesso a tecnologias da agricultura digital pelos produtores por tamanho de estabelecimentos no Brasil-2020

| Tipo de dificuldade | 0 a 20 ha | 20 a 100 ha | + de 100 ha |
|---|---|---|---|
| Valor do investimento para aquisição de máquinas | 68% | 69% | 66% |
| Problemas ou falta de conexão à internet | 47% | 47% | 55% |
| Falta de conhecimento sobre as tecnologias mais apropriadas para uso | 41% | 40% | 44% |
| Valor do investimento para contratação de serviços | 45% | 45% | 44% |
| Custos operacionais, manutenção e de utilização | 36% | 37% | 35% |
| Obtenção de mão de obra qualificada | 22% | 31% | 34% |
| Falta de capacitação própria em tecnologias de agricultura digital | 34% | 36% | 34% |
| Acesso a créditos para aquisição de tecnologia | 39% | 28% | 29% |
| Baixa disponibilidade de tecnologias para aplicação na produção | 31% | 30% | 24% |
| Falta da real comprovação dos benefícios econômicos | 17% | 10% | 21% |
| Falta de informações dos fornecedores | 18% | 16% | 21% |
| Incompatibilidade de tecnologias para o processamento de dados | 11% | 9% | 21% |
| Custos da tecnologia de agricultura digital são maiores que os benefícios econômicos | 25% | 17% | 20% |
| Tamanho da propriedade e condições físicas | 28% | 19% | 13% |
| Outros | 2% | 1% | 0% |

**Fonte**: Bolfe *et al.* (2020).

O problema da conectividade é mencionado por 47% dos pequenos e médios agricultores e por 55% dos maiores, que certamente estão em áreas mais isoladas. Mas com grande importância aparecem dificuldades associadas ao conhecimento e capacitação, como a falta de conhecimento sobre as tecnologias mais apropriadas para o uso, apontada por em torno de 40% dos produtores de todos os tamanhos; a falta de capacitação própria em tecnologias de agricultura digital, também indicada por 35% dos produtores; a falta de informações dos fornecedores e até a falta de real comprovação dos benefícios econômicos, que também revela um problema de informação.

As características da tecnologia são também listadas como dificuldade para o acesso e uso. Nesse âmbito destaca-se a baixa disponibilidade de tecnologias para aplicação na produção, apontada por em torno de 30% dos pequenos e médios e por 24% dos maiores; a incompatibilidade de tecnologias para o processamento de dados, um problema para 21% dos maiores, e baixo para os menores até porque essas tecnologias são pouco difundidas entre eles; tamanho da propriedade e condições físicas, mais relevantes para os produtores com menor área (a dificuldade se refere, na verdade, à incompatibilidade das tecnologias em relação à área, e não à área em si).



# PLATAFORMAS DIGITAIS E SUAS FUNCIONALIDADES PARA OS PEQUENOS AGRICULTORES

VIII

De modo pontual e genérico, as plataformas digitais são sistemas virtuais que as empresas adotam ou desenvolvem como modelo de negócio para estabelecer uma integração entre consumidores e produtores para facilitar operações financeiras ou organizacionais, disponibilizando funções específicas de acordo com a área de atuação. No setor agrícola, existem alguns aplicativos e plataformas digitais disponíveis com finalidades particulares e outros desenvolvidos com objetivos mais gerais, como a área logística, que atendem também aos usuários produtores agropecuários especialmente no planejamento da distribuição da produção.

Dentre as plataformas e aplicativos desenvolvidos para o setor agrícola, muitos são gratuitos e outros exigem a efetivação de pagamentos para garantir o acesso às funcionalidades. É possível apontar pelo menos cinco eixos principais de uso dessas tecnologias na agricultura: (i) gestão e planejamento; (ii) irrigação; (iii) controles e processos biológicos; (iv) acesso a informações e (v) comercialização (*marketplace*).

No eixo de *gestão e planejamento*, as principais funcionalidades estão relacionadas ao fornecimento de indicadores econômicos e produtivos a partir do controle de custos e receitas; ao mapeamento e georreferenciamento da produção agrícola e à avaliação do desempenho das máquinas agrícolas. Alguns aplicativos foram desenvolvidos com funcionalidades para atender a atividades específicas, como pecuária de corte e de leite. Pequenos produtores em geral, com menos recursos e controle familiar e informal da produção, tendem a se beneficiar menos deste tipo de aplicativo.

No eixo de *irrigação* os aplicativos desenvolvidos possuem funções de gerenciamento remoto de equipamentos e monitoramento de irrigação e de orientações sobre o equipamento mais adequado para irrigação, que varia de acordo com o tipo de lavoura, clima, solo etc. Também não têm sido utilizados por pequenos irrigantes, que praticam irrigação artesanal, em pequenas áreas, a maioria manual. Ademais, implicam investimentos prévios na estrutura de irrigação que não estão ao alcance dos pequenos, mesmo aqueles que se encontram nos perímetros irrigados.

Os aplicativos disponíveis no eixo *biológico* apresentam funcionalidades de controle de pragas, identificação de deficiências nutricionais, orientações sobre o uso de defensivos agrícolas, formas de plantio e aplicações de adubos. Alguns aplicativos foram desenvolvidos para o monitoramento de lavouras específicas, como a soja. Na pecuária, os aplicativos permitem o registro de todo tipo de informação sobre os animais da propriedade, como peso, vacinas, procedimentos veterinários. Têm tido muita difusão entre produtores mais consolidados, em particular com áreas média ou grande de lavoura.

No eixo de *acesso a informações*, as funções disponíveis são desde as mercadológicas, como a sistematização periódica dos preços agropecuários nos mercados nacionais e internacionais, até as climáticas, com a emissão de alertas climáticos. Esses aplicativos estão se difundindo rapidamente, entre todos os grupos. Não está claro o quanto a maioria dos pequenos utiliza a informação, e como o acesso tem impactado as decisões e os resultados.

**Tabela 21**
Aplicativos desenvolvidos e utilizados no setor agropecuário

| Atividade | Área | Aplicativo | Aplicação |
|---|---|---|---|
| Agropecuário (32) | Gestão e planejamento | AEGRO; WebGIS; General do Campo; Gestão Agro; Lynx Dashboard; 4Millk | Fornecem indicadores econômicos e produtivos. Alguns com funcionalidades específicas de monitoramento da lavoura. |
| | Irrigação | Agrícola: FieldNET; Jacto SmartSelector; TeeJet | Gerenciamento remoto e orientações sobre o equipamento adequado para irrigação de acordo com o tipo de lavoura e solo. |
| | Biológico | Adama Alvo; AgroApp - Aplicações de fungicida; Agrobasso Fungicida; AgroMapp; AgroPocket; Consórcio Antiferrugem; FMC Agrícola; FOXBayer; Freitas - Fungicida em Soja; Yara CheckIT; Bovcontrol; Bovinews; Ciclo Suplementação Minerthal; Jetbov | Controle de pragas, identificação de deficiências nutricionais, orientações sobre o uso de defensivos agrícolas, formas de plantio e aplicações de adubos. |
| | Comercialização | Gestão Agro; 4Millk; Uboi; Agro2business; Mercampo; CBC Agronegócios; Orbia | Comercialização de produtos, subprodutos e insumo agropecuários. |
| | Acesso a Informações | Cotações Ceasas & Ceagesp; ProHort Cotações Ceasas; AgroMercado; Revista Globo Rural; BNDES financiamento | Sistematização periódica dos preços agropecuários nos mercados nacionais e até mesmo internacionais. |
| Logísticos (8) | Frete | BuscaCargas; Fretebras; Frete Empresa NTC | Integração entre ofertantes e demandantes de serviços de transporte de cargas. |
| | Produtivo | Índice de Antecipação de Pneus | Avalia o desempenho das máquinas agrícolas, evita gasto excessivo de combustível e o desgaste prematuro dos pneus. |
| | Planejamento de distribuição | Álcool ou Gasolina, Chefia?; Preço dos Combustíveis; Iveco Brasil; TruckPad Fretes e Cargas | Atualização dos preços dos combustíveis. Define o trajeto mais econômico, considerando pedágio e distância entre um local e outro. |

**Fonte**: resultados da pesquisa.

## A. A importância dos *marketplaces*

No elo de comercialização da cadeia produtiva da agropecuária, assim como em outras cadeias, os *marketplaces* têm se popularizado cada vez mais devido às vantagens oferecidas para os produtores e as empresas. Como dizem os especialistas, o *marketplace* é a integração do mercado analógico com o ambiente digital, representa uma inovação disruptiva no modo de fazer as transações comerciais que já vêm sendo feitas desde sempre. Facilita exponencialmente as transações, coloca à disposição dos consumidores um volume enorme de informações e de opções, amplia o mercado para os vendedores para além de limites geográficos e reduz os custos das transações em geral. Assim como ocorre no mercado físico, a reputação é importante e no meio digital está sempre sendo ameaçada até mesmo por pequenas falhas que afetariam pouco as transações nos meios tradicionais. A expansão e a consolidação dos *marketplaces* dependem da capacidade de estabelecer reputação da marca, gerar demanda pelo produto e ter capacitação técnica.

Os *marketplaces* podem integrar soluções financeiras, comerciais e outras prestações de serviços técnicos e financeiros, permitindo redução de custos e aumentando as alternativas para produtores e consumidores. A expansão do uso dos *marketplaces* é considerada uma das categorias de tecnologias que poderão trazer mais mudanças significativas no agronegócio, muitas das quais já são visíveis, especialmente na comercialização e distribuição de insumos, máquinas, equipamentos e da produção.

A atração dos produtores rurais nos *marketplaces* tem sido feita tanto por agentes da esfera pública como por iniciativa de grupos de produtores, cooperativas ou empresas que atuam no setor. No caso da esfera pública, as secretarias estaduais de agricultura e as empresas de assistência técnica e extensão rural têm sido muito

ativas, organizando grupos de produtores por produtos e territórios, para comercializar seus produtos. Também têm disponibilizado, em *apps*, acesso dos produtores a fornecedores credenciados. Outra frente está associada à participação de produtores, individualmente ou em grupos (formais e/ou informais), em plataformas disponíveis e consolidadas no mercado, como *Instagram, Facebook* e *WhatsApp*. Também se observam casos de produtores e associações que estão desenvolvendo plataformas digitais próprias, como as lojas virtuais que estão presentes em muitos mercados abastecidos por pequenos produtores, de vinhos coloniais a queijos, doces, frutas, legumes e verduras. O desenvolvimento de plataformas próprias, mais completas, tem ficado restrito às cooperativas e empresas consolidadas, uma vez que demandam investimentos elevados para os pequenos produtores e suas associações.

As iniciativas adotadas no âmbito da esfera pública não parecem coordenadas e nem parecem refletir uma estratégia clara e consistente para promover a inserção dos pequenos. Como se verá mais adiante, na seção de iniciativas, no âmbito nacional, o SEBRAE tem atuado na difusão tecnológica, que, tradicionalmente, não é sua área de atuação. No âmbito local/estadual, as representações do SEBRAE em vários estados desenvolveram plataformas específicas para a comercialização de produtos agropecuários, com o objetivo de integrar produtores a diferentes canais de comércio. Essa é uma iniciativa, lançada pelo SEBRAE-RJ, que está bem mais atrelada às características de atuação da instituição e vem sendo ser replicada e adotada como estratégia institucional no âmbito nacional.

O crescimento do uso de plataformas digitais e o recurso a *marketplaces* para a comercialização já era claro em 2019, mas foi acelerado face às restrições impostas pela pandemia da Covid-19. Com o fechamento de feiras e mercados, os produtores foram incentivados a desenvolver iniciativas e utilizar plataformas digitais para superar os desafios de comercializar a produção. Essa tendência tem sido denominada de cadeias curtas de comercialização ou também de encurtamento das cadeias, que, em síntese, significa a integração direta entre produtores e consumidores, retirando do circuito intermediários e até mesmo as feiras de comércio.

O crescimento da utilização do celular pelos produtores facilitou a adesão ao comércio online, a criação de lojas virtuais e vendas por aplicativos, como *WhatsApp* e *Facebook*. "O uso de plataformas digitais era pouco explorado pelo segmento da agricultura familiar, principalmente quando as vendas eram feitas na região de produção. Com o surgimento da pandemia, foi a alternativa que os agricultores tiveram para permanecer no mercado e garantir a renda da família"[12], conforme o coordenador estadual de Comercialização e Gestão da EMATER-MG, Raul Machado.

Por mais que existam iniciativas e estratégias diferenciadas sendo adotadas para viabilizar a participação dos produtores agrícolas nos *marketplaces*, a ideia central é a integração dos produtores aos consumidores. Algumas plataformas foram desenvolvidas por *startups* para aplicação em modelos de comercialização que, geralmente, não são comuns para pequenos, médios e produtores familiares, como é o caso de leilões de equinos e bovinos. Porém, existem outras estão voltadas ao fortalecimento da rede de produtores através da divulgação e publicidade para viabilizar a expansão da comercialização de forma virtual, especialmente as mudanças das dinâmicas impostas pela pandemia, assim como está ocorrendo no município de Picos, no Piauí, e no Mato Grosso do Sul. O Quadro abaixo sintetiza as experiências e iniciativas identificadas a partir da adoção dos *marketplaces*.

[12] Disponível em: http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/component/gmg/story/3913-emater-mg-faz-levantamento-de-iniciativas-de-vendas-on-line-por-agricultores-familiares-durante-a-pandemia?layout=print.

As cooperativas vêm assumindo a função de difusão de tecnologias digitais aos produtores cooperados, conforme apontado na seção dos *drivers* de agricultura 4.0 no Brasil. Entretanto, no cenário de agricultura 4.0, a importância das cooperativas vai além do exercício de incluírem produtores rurais, que antes tinham o risco de marginalização do processo de digitalização no setor, e da possibilidade de transformar esse público em potenciais usuários. Assim, no cumprimento de funções tradicionais de organização da aquisição de insumos, prestação de assistência técnica e organização da comercialização da produção, as cooperativas têm se colocado também na condição de potenciais usuárias de tecnologias digitais.

Mesmo que o objetivo maior do uso das tecnologias digitais pelas cooperativas seja de facilitar as suas atividades e ter maior integração com seus cooperados, as experiências identificadas revelam que a adoção e as formas de uso ocorrem através de estratégias diferenciadas. As cooperativas mais bem posicionadas e estabelecidas desenvolveram plataformas digitais próprias com as mesmas funcionalidades dos aplicativos disponíveis no mercado, porém, com exclusividade de acesso apenas aos cooperados.

**Tabela 22**
Iniciativas criadas para fomentar o comércio virtual entre pequenos produtores e cosumidor final por meio de plataformas digitais

| Local | Atores | Plataforma | Estratégia |
|---|---|---|---|
| Piauí | Produtores; UFPI; MPA | *Instagram* e Loja Virtual - feiracshnb | Utilização do Instagram para publicidade e divulgação da rede de produtores, além da venda de produtos por meio da Loja Virtual integrada ao aplicativo. |
| Sergipe | Produtores; PNUD; FIDA | WhatsApp | Criação e fortalecimento de redes entre produtores; redirecionamento de produtos que não foram vendidos de uma área para outra, otimizando as vendas e reduzindo o desperdício; |
| Rio Grande do Sul | Cooperativa GiraSol e cooperativas da agricultura familiar | Loja Virtual | Comercialização dos produtos feita por meio da loja virtual. |
| Brasil | CNA; SAF/MAPA; CONAB; CEASAS | Loja Virtual | Integrar pequenos agricultores, cooperativas, supermercados e empresas de logística. Priorizando cadeias de produtos perecíveis, como frutas, verduras, legumes, alguns derivados lácteos e produtos embutidos. |
| Bahia | Governo da Bahia e Cooperativas | Catálogo Virtual | Integrar Cooperativas que trabalham com o sistema *delivery*. |
| | Cooperativas da Bahia | Loja Virtual; Instagram; Facebook | Loja Virtual para venda de produtos das Cooperativas. |
| Mato Grosso do Sul | Governo do Mato Grosso do Sul; SEBRAE; SENAR | Loja Virtual | Plataforma digital (Macunã) para ligar o agricultor familiar com o consumidor final. |
| Santa Catarina | Start-up Sumá, produtores locais, cooperativas e grandes empresas | Sumá App | Integração entre produtores e comerciantes. Possui base de 1.600 produtores ligados à 10 cooperativas e 100 compradores ligados à hotéis, bares, restaurantes e empresas de refeições coletivas |
| São Paulo | SmartAgro, criadores de equinos e bovinos | SmartAgro | Criadores podem participar, com segurança, de leilões de equinos e bovinos. A startup facilita o processo de compra e venda que vai desde a batida do martelo até o suporte pós-leilão. |
| Amazonas | Onisafra, produtores rurais e consumidores de produtos orgânicos | Onisafra | Integrar produtores rurais e consumidores, disponibilizando o serviço de *delivery*. |
| Rio de Janeiro | Clube Orgânico e produtores rurais de orgânicos | Clube Orgânico | A Startup é responsável pela gestão do produto e do produtor. Ela desenvolve a rede produtiva, busca melhores preços e produtos para garantir maior assertividade. |
| | SEBRAE Rio | Terra Nossa Negócios | Integração entre produtores e agroindústrias à mercados varejistas, restaurantes e hotéis, para venda de seus produtos. Informações aos produtores rurais: formalização, emissão de nota fiscal, divulgação de editais para venda, etc. |
| | Storm Group, Secretaria da Agricultura do Estado do Rio de Janeiro | JAEÉ Market | Foca no contato com fornecedores que produzem insumos para merendas escolares. Pelo site, o consumidor pode escolher qual tipo de cesta deseja, e recebe os produtos higienizados no fim de semana. |
| Minas Gerais | Start-up Algrano (SUI), Emater (MG) Associação de Produtores do Alto da Serra | Algrano | Comercialização de café entre produtores brasileiros e comerciantes/torrefadores de qualquer parte do mundo. |

**Fonte**: levantamento realizado de iniciativas nacionais de comércio virtual.

Do ponto de vista da oferta de assistência técnica aos produtores, as cooperativas têm adotado as tecnologias digitais para aperfeiçoar esse serviço possibilitando aos cooperados a solicitação —através da própria plataforma aos responsáveis técnicos— de operações produtivas, como mapeamento georreferenciado para alinhamento do plantio, orientações técnicas a respeito da aplicação de fertilizantes e defensivos agrícolas, adubação, correção do solo e irrigação. Por meio das plataformas digitais, as cooperativas também buscam manter os produtores informados sobre as condições climáticas e riscos de pragas.

Em relação à aquisição de insumos e distribuição a seus cooperados, as plataformas digitais desenvolvidas pelas cooperativas têm facilitado a organização da distribuição

alidade de organização e gestão permite ao produtor o agendamento de retirada dos insumos solicitados também de forma digital pelos cooperados.

No que diz respeito à comercialização da produção, o uso das tecnologias digitais nessa atividade tem sido fundamental, especialmente a rastreabilidade, que é uma exigência imposta cada vez mais e associada à segurança dos alimentos, e a resposta que as cooperativas têm demonstrado é a capacidade adaptativa, adotando os processos de rastreamento dos diversos tipos de produção com a emissão regular de relatórios, especificando tanto o tipo de produção como os insumos utilizados.

Como indicado acima, o processo de geração e difusão tecnológica na agricultura brasileira tem sido impulsionado por múltiplos atores. No caso da tecnologia 4.0, o processo tem sido liderado por empresas privadas e *startups*, que vêm sendo guiadas pelas sinalizações do mercado e têm apresentado forte dinamismo e capacidade para responder e antecipar demandas dos produtores rurais e demais participantes da cadeia de valor. No entanto, justamente por estarem focadas nas demandas, não apresentam igual empenho para atender necessidades que não se manifestam como demanda nos mercados. É o caso dos pequenos agricultores, que poderiam e precisam se beneficiar das tecnologias, mas não têm recursos e nem capacidade para demandá-las. A pesquisa identificou que as cooperativas vêm atuando com força crescente nesta área, como um vetor importante para a difusão da tecnologia 4.0 e a inclusão tecnológica dos pequenos e médios produtores.

A cultura cooperativista no Brasil, especificamente no meio rural, em geral, ainda tem uma participação limitada em termos do número de cooperativas e também do número de produtores rurais associados. De acordo com o Censo Agropecuário (2017), a quantidade de produtores associados a cooperativas em 2017 era de 579 mil, o que corresponde a apenas 11,42% do total de estabelecimentos agropecuários. E, segundo os dados da Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB), em 2018, no Brasil existia 1.613 cooperativas, sendo a maior presença nas regiões Norte e Sudeste do país com 28,4% e 24,8% do total de cooperativas, respectivamente.

Entretanto, apesar de essas regiões terem o maior número de cooperativas, não são nessas regiões que as cooperativas são mais fortes e com maior número de produtores rurais associados. De acordo com o Censo Agropecuário (2017), a região Sul tem o maior número de produtores associados e também a maior participação relativa de produtores da região associados a alguma cooperativa (36,7%). A região Norte, mesmo com o maior número de cooperativas, possui apenas 3,5% dos produtores associados, e no Nordeste, onde se encontra o maior número de pequenos produtores, apenas 1,45% dos produtores estão associados a cooperativas. Isso demonstra que o arranjo organizacional das cooperativas sulistas é capaz de abranger uma quantidade maior de produtores.

**Tabela 23**
Número de cooperativas em 2018 e estabelecimentos agropecuários em 2017 e produtores com áreas menores e maiores que 50 hectares associados a cooperativas, em percentual, no ano de 2017

| Região | Cooperativas (Un.) | Estabelecimentos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Total (Un.) | Cooperado (%) | < 50 ha (Un.) | Cooperado < 50 ha (%) | + 50 ha (Un.) | Cooperado + 50 ha (%) |
| Brasil | 1 613 | 5 073 324 | 11,42 | 4 130 208 | 9,90 | 943 116 | 18,09 |
| Norte | 458 | 580 613 | 3,50 | 383 690 | 2,91 | 196 923 | 4,65 |
| Nordeste | 301 | 2 322 719 | 1,45 | 2 042 055 | 1,28 | 280 664 | 2,68 |
| Sudeste | 400 | 969 415 | 17,09 | 778 158 | 13,57 | 191 257 | 31,39 |
| Sul | 236 | 853 314 | 36,77 | 727 190 | 34,08 | 126 124 | 52,27 |
| Centro-Oeste | 218 | 347 263 | 13,29 | 199 115 | 9,14 | 148 148 | 18,86 |

**Fonte**: elaborado pelos autores com base no Censo Agropecuário/IBGE (2017) e Organização das Cooperativas Brasileiras (2019).

A importância econômica das cooperativas agropecuárias no Brasil não se resume ao número de produtores associados e nem apenas à quantidade de postos de trabalhos gerados. Essas organizações agregam valor, distribuem renda (Cechin, 2014) e viabilizam a inserção sustentável de um número maior de produtores do que representado pelos associados. Os dados apresentados pelo autor —com base na Organização das Cooperativas Brasileiras— revelam que quase metade da produção do agronegócio brasileiro em 2011 foi provido pelas cooperativas, com destaque para os produtos como soja, suínos, frango, algodão, leite e trigo, em apenas 21,6% da área cultivada. Em 2007, a renda média dos produtores associados a cooperativas foi superior (R$ 237,00/ha) em comparação aos produtores não associados (R$ 92,00/ha) e a renda média nacional (R$ 123,00/ha). Esses números denotam que as cooperativas podem contribuir com os ganhos de escala aos produtores.

As cooperativas também têm tido um papel relevante no financiamento. Dados mais recentes divulgados pela Organização das Cooperativas Brasileiras (2019) indicam que em 2019 as cooperativas alocaram R$ 23,26 bilhões para o financiamento dos produtores rurais, nas modalidades de custeio, comercialização, industrialização e investimento. No entanto, a maior parte desse recurso ainda é destinado as operações de custeio (41%) e apenas 5% para a operação de investimento, que é a modalidade que permite o financiamento de novas tecnologias.

**Tabela 24**
Operações e atividades desempenhadas pelas cooperativas do ramo agropecuário

| Operações | Atividade desempenhada |
|---|---|
| Fornecimento de insumos | Compra de insumos no mercado (diversos *players*, inclusive de grandes tradings) e negociação dos insumos agropecuários (sementes, fertilizantes, defensivos, máquinas e equipamentos) para posterior fornecimento aos produtores rurais cooperados. |
| Recepção e classificação da produção | Prestação dos serviços de recepção, expedição e classificação da produção agrícola e pecuária originada pelos produtores rurais cooperados que será destinada ao armazenamento, processamento ou diretamente à comercialização. |
| Comercialização da produção | Organiza a comercialização da produção agrícola e pecuária originada pelos produtores rurais cooperados, *in natura* ou processada, para mercados mais especializados e confiáveis em âmbito doméstico e/ou internacional. |
| Assistência técnica e extensão rural | Realiza a prestação de serviços de assistência técnica e extensão rural por meio de profissionais especializados e fomento à novas tecnologias vinculadas ao manejo produtivo dos produtores rurais cooperados. |
| Industrialização da produção | Realiza atividades de beneficiamento, processamento e/ou industrialização da produção agrícola e pecuária originada pelos produtores rurais cooperados que será destinada ao armazenamento e/ ou à comercialização. |

**Fonte**: adaptado com base na Organização das Cooperativas Brasileiras (2019).

## A. As cooperativas como difusoras de inovações tecnológicas

De forma geral a oferta de tecnologias inovadoras é determinada pelo mercado, em um jogo de concorrência entre as empresas e pela atuação, em alguns casos, de instituições públicas de pesquisa que assumem papel relevante na dinâmica de oferta tecnológica. Neste jogo as empresas focam seus esforços de geração e difusão em segmentos dos produtores cujo perfil e demanda correspondem às estratégias e oferta tecnológica. Como se sabe, os pequenos produtores tendem a ser marginalizados, e as cooperativas assumem o papel de difundir as inovações entre os produtores associados por meio de oferta de assistência técnica, financiamento, informação tecnológica e até mesmo comercialização de máquinas, equipamentos e insumos que carregam as inovações.

A diferença no processo de difusão entre empresas privadas e cooperativas é que as cooperativas têm maior tolerância à heterogeneidade tecnológica dos fornecedores e investem para promover a inclusão tecnológica e melhoria dos indicadores dos que estão abaixo da média. De um lado, os fornecedores das cooperativas tendem a apresentar maior heterogeneidade relativa à capacidade tecnológica e eficiência produtiva e capacidade para cumprir os contratos, condições que podem comprometer a eficácia da empresa. Mas de outro lado, as cooperativas —as boas cooperativas— alocam recursos para treinar e capacitar os produtores com menor capacidade tecnológica e para promover sua inclusão aos negócios da cooperativa.

Nesse sentido, as cooperativas agropecuárias têm sido um instrumento fundamental de difusão tecnológica no meio rural brasileiro, com atuação em áreas específicas de melhorias em preparação do solo, no cultivo, na colheita e na pós-colheita. As cooperativas têm o potencial de disseminar informação a todos os seus produtores associados, permitindo a implementação de mudanças mais expressivas no grupo, especialmente ao comparar com um grupo de produtores não associados (CECHIN, 2014)[13].

## B. A experiência das cooperativas no processo de difusão da tecnologia digital

O modelo de cooperativismo da região Sul, especialmente o estado Paraná, é considerado como sucesso econômico. Em muitos municípios desse estado as cooperativas são as empresas mais importantes, maiores empregadoras e geradoras de receitas. As cooperativas paranaenses participam intensamente de todo o processo de produção, beneficiamento, armazenamento e industrialização e também têm sido importantes instrumentos de difusão de tecnologias e do crédito rural, de práticas de manejo e conservação de solos e de manejo integrado de pragas (CECHIN, 2014).

Apenas a título ilustrativo apresenta-se a experiência de duas cooperativas, a Agraria e a Cocamar, que possuem estratégias distintas de inclusão tecnológica dos pequenos e médios produtores rurais, com resultados promissores quanto à inclusão.

Ressalte-se a dificuldade de replicar os modelos de sucesso de cooperativas para outras regiões do país: mesmo que a estrutura de governança e de direitos de propriedade sejam predominantemente semelhantes, a ação das cooperativas é fortemente condicionada por sua história, perfil socioeconômico e cultural dos agricultores e pela capacidade de agregar valor para os cooperados em um ambiente no qual as cooperativas competem com empresas na prestação de serviços, venda de insumos, financiamento e comercialização da produção.

A Agraria é uma cooperativa considerada pequena, com 460 produtores cooperados e atuação limitada ao estado do Paraná. Definiu como estratégia promover a digitalização da gestão entre seus produtores, tendo como eixo as relações da própria cooperativa com os produtores, seja no que se refere à aquisição de insumos, equipamentos, financiamentos, assistência técnica e comercialização. A Cocamar possui 15 mil cooperados, distribuídos no Paraná, Mato Grosso do Sul e São Paulo, e adotou como estratégia apoiar a adoção de tecnologias no processo produtivo, em particular a utilização de funcionalidades inseridas em equipamentos de mecanização utilizados pelos seus cooperados (tratores, plantadeiras e colheitadeiras).

[13] As cooperativas também têm atuado na geração de tecnologia, investindo em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) agrícola. Um bom exemplo é a Cooperativa Central Agropecuária de Desenvolvimento Tecnológico e Econômico (COODETEC), composta por 26 cooperativas do Paraná, seis do Rio Grande do Sul, duas de Santa Catarina, uma de São Paulo, uma de Goiás e uma de Mato Grosso do Sul, cujo foco é o desenvolvimento de tecnologias e cultivares de soja, trigo, algodão e híbridos de milho.

**Box 1**

O papel das cooperativas no processo de difusão tecnológica na agricultura: a experiência da agraria, Paraná

Origem da cooperativa A Agraria é uma Cooperativa localizada em Guarapuava (PR), fundada em 1951, formada por imigrantes do centro e leste europeu (Áustria, Alemanha e antiga Iugoslávia), que vieram após a segunda guerra mundial. Os fundadores adquiriram áreas agrícolas na região com características produtivas adequadas para o projeto que pretendiam instalar, planejado antes mesmo da chegada dos imigrantes. Em torno dessas áreas formaram-se as colônias e a comunidade, o que contribuiu para o desenvolvimento em conjunto.

Atuação integral. A ação da cooperativa não se limitou à agricultura. Investiu desde o início em educação, saúde e profissionalização dos cooperados. Possui hoje o hospital de referência da cidade, escolas infantis, juvenis e técnicas de ótima qualidade. Os produtores participam ativamente das atividades e serviços ofertados pela cooperativa, especialmente os cursos técnicos e gerais da Universidade Agraria, que atende os cooperados e suas famílias. Ademais, os produtores, inclusive os mais antigos, também demandam informação e capacitação em novas tecnologias.

Da agricultura à indústria. A Agraria instituiu cadeias produtivas completas, que compreendem a agricultura, a pesquisa agrícola —realizada pela Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária— a industrialização e distribuição. A cooperativa tem tradição no uso de tecnologias inovadoras e de gestão; possui aproximadamente 115 mil hectares de áreas cultivadas diretamente. O número pequeno de cooperados ativos facilita a organização e o atendimento dos associados, como a oferta de treinamentos e capacitação.

Perfil dos cooperados. Aproximadamente 10% dos produtores cooperados possuem áreas acima de 1 mil hectares; 18% a 20% tem áreas abaixo de 200 hectares; e os demais possuem uma média de 600 hectares. A estrutura agrária não parece dividir os cooperados, que disfrutam de acesso comum à infraestrutura proporcionada pela própria cooperativa. O compartilhamento das informações sobre a própria cooperativa, a difusão de conhecimentos técnicos e o uso de ferramentas digitais na prestação de contas facilitou a introdução e difusão de ferramentas digitais para a gestão dos negócios dos produtores.

Momento de transição da cooperativa. A cooperativa e os cooperados já tinham a experiência de introduzir soluções tecnológicas ofertadas por terceiros que, por diversas razões, eram abandonadas e não produziam o impacto esperado. Em particular, os dados coletados não eram transformados em informações úteis para os produtores e nem para a cooperativa. A experiência da Agraria indicava que muitos dos serviços ofertados por empresas não atendiam às necessidades particulares dos cooperados e não se adequavam às realidades locais, levando à decisão de desenvolver uma plataforma própria, com um banco de dados próprios e que não ficava na dependência de empresas vendedoras de equipamentos e/ou prestadoras de serviços.

Plataforma Digital. A ideia da plataforma foi reunir e simplificar os diferentes aplicativos que vinham sendo utilizados, de maneira descoordenada, nas relações entre cooperados e cooperativa. A plataforma digital criada é mantida e desenvolvida pela cooperativa com a finalidade de planejar as safras por "ondas" (ou etapas/fases). A primeira onda está associada ao processo produtivo (dentro da porteira) e ao planejamento para garantir a rentabilidade do cooperado. Nesse período, a plataforma digital disponibiliza aos produtores por meio dos seus aplicativos alertas climáticos e de pragas. A segunda onda está ligada à gestão, disponibilizando indicadores econômicos para interpretar custos e utilização dos recursos da melhor forma possível. Inclusive, a Agraria tem um processo de rastreabilidade dos diferentes tipos de produção por meio de relatórios justificados e imagens fotográficas que apontam o que foi produzido e o que foi utilizado. Essas ações, atualmente, são realizadas por agrônomos. Todas essas tecnologias dependem de recurso e suporte para o funcionamento adequado das funcionalidades, e são custeadas pela cooperativa. Os custos da plataforma digital são assegurados com a produção coletiva dos cooperados desde os grandes aos pequenos produtores. Os grandes produtores pagam um pouco mais para não pesar aos pequenos produtores. Porém, a tecnologia e os benefícios são difundidos para todos. Dessa forma, o que se sobressai é a cooperação e coletividade entre os cooperados. Atualmente, o acesso à plataforma digital é limitado aos cooperados. A partir do portal do cooperado ele pode agendar a retirada de sementes, retirar o adubo, o receituário é digital, entre outros benefícios. Hoje, existe um total de 7 aplicativos disponibilizados aos cooperados que atendem em diferentes áreas, como gestão e planejamento, biológico, meteorologia etc.

Uso de Máquinas e Equipamentos. A cooperativa utiliza drones para mapear as áreas e gerar uma série de dados que são fornecidos ao sistema que, por sua vez, contribui na elaboração do planejamento das safras. O uso de outras máquinas, tratores etc. é organizado para atender os cooperados e contabilizado o tempo de uso e, por conseguinte, enviado para o sistema medir a eficiência dos equipamentos. Esses dados são encaminhados para a análise de custos e planejamentos. Os cooperados também podem utilizar os drones da cooperativa para mapear a sua área e produção; utilizam sensores, GPS e uma série de ferramentas; podem solicitar equipes técnicas para coletas nas áreas; e têm acesso aos laboratórios para averiguar fatores biológicos diferentes que possam ter surgido na plantação.

**Fuente**: elaborado pelos autores.

**Box 2**
Desafios para inserção dos pequenos e médios produtores: o caso da Cocamar, Paraná

Origem da Cooperativa. A Cocamar Cooperativa foi fundada em 1963, em Maringá, no Paraná–PR, com o objetivo de organizar a produção regional. Reuniu inicialmente 46 fundadores, que eram todos produtores de café. Ao longo dos anos, a Cocamar passou a diversificar os negócios, primeiramente, com o algodão e, posteriormente, outros produtos. Em 2010 a Cooperativa contava com 15.500 cooperados distribuídos nos estados do Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul.

Inserção Tecnológica. As plataformas digitais auxiliam os produtores a fazer o uso mais consciente dos insumos de forma a otimizá-los, melhorando os ganhos de produtividade, e também em possibilitar o acesso a máquinas e equipamentos. A ampliação do uso das plataformas digitais na agricultura tende a criar um setor mais competitivo para os grandes produtores —poder de barganha dos insumos, uso racional dos insumos e maior produtividade. Esse novo cenário estabelecido está bem claro para os gestores da Cocamar. Assim, a Cooperativa passou a abrir novas frentes com várias empresas para inserir a tecnologia na produção. Após inúmeros testes e aperfeiçoamentos, foi criada a Cocamar Máquinas e a partir dessa empresa iniciou-se a utilização de algumas ferramentas. Antes de escolher a mais adequada, a Cooperativa adotou uma plataforma um pouco mais complexa e ineficiente. Posteriormente, os gestores decidiram mapear os produtores que possuíam máquinas e equipamentos aptos para o uso, o que auxiliou no processo de inserção tecnológica. A Cocamar percebeu que, mesmo após alguns ajustes, ainda é necessário aperfeiçoar a estrutura, especificamente o aumento da velocidade da internet e dos computadores para gerar e avaliar melhor os dados. Nesse momento, a principal demanda da Cooperativa é a gestão dos dados. Embora o processo de inserção da tecnologia tenha encontrado alguns entraves iniciais, é importante ressaltar que algum avanço tecnológico já começou a ser realizado junto ao produtor e agrônomo na lavoura. Quando a Cocamar direcionou o foco para a utilização da tecnologia para potencialização da produção, as ferramentas passaram a funcionar devido à sua aplicabilidade, como, por exemplo, a verificação da fertilidade do solo. Essa aplicabilidade tornou a ferramenta tecnológica mais usual tanto para o produtor, como para o engenheiro agrônomo.

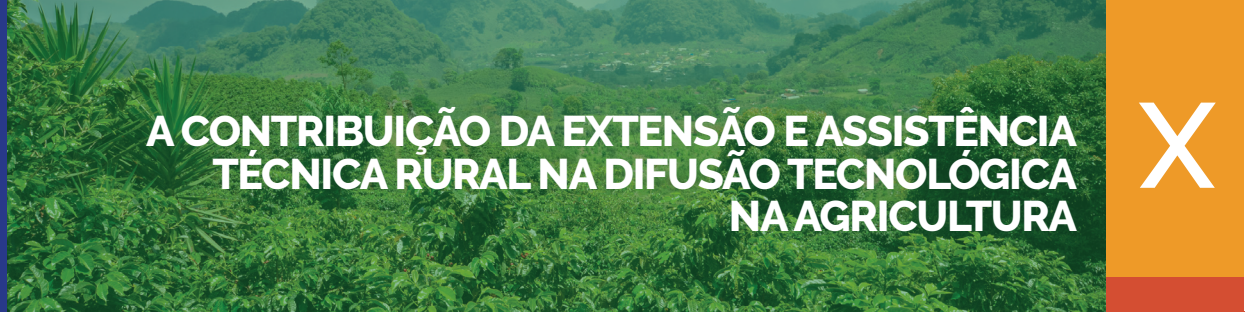
Objetivo da Ferramenta Tecnológica. O principal foco da Cocamar no uso da ferramenta tecnológica é o aumento da produtividade e o aperfeiçoamento na prestação de serviço. A Cooperativa deseja que o produtor perceba o quanto a produtividade pode ser ampliada através do uso de equipamentos tecnológicos. A prestação de serviços, por sua vez, está associada à elaboração de mapas, aplicação de corretivos e fertilizantes e utilização de insumos. O essencial é apresentar a ferramenta tecnológica que utilizar a "linguagem" do produtor, que no caso da Cocamar, é o pequeno produtor. A prestação de serviços é relevante na ferramenta tecnológica, pois muitos produtores têm se aproximado da Cocamar justamente em busca da prestação dos serviços, mesmo com janelas curtas seria possível prestar serviços com equipamentos por meio da rotatividade dos equipamentos dentro da área de atuação da Cocamar, pois cada região possui um estágio distinto do plantio. Para elevar os níveis de produtividade, o desafio atual do agricultor é produzir mais no mesmo talhão. É uma concordância em geral de que as áreas produtivas de uma fazenda não são iguais, o que impede o tratamento convencional de uma aplicação média de insumos em toda a área. Assim, já se reconhece que cada talhão tem a necessidade de ser tratado de maneira específica. A tecnologia de aplicação de taxa variável já está disponível no mercado há um certo tempo. Porém, de forma geral, os gestores consideram que o agricultor ainda faz o uso dessa tecnologia de acordo com o seu potencial, especialmente em relação ao manejo de pragas.

Demanda por prestação de serviços e acesso a tecnologias. A demanda por prestação de serviços já existe. Por isso, a Cocamar está focando na prestação de serviços para aprimorar o processo de produção do plantio, por exemplo, a correção do solo, entre outros. Inclusive, a utilização do calcário e do corretivo ampliam a produtividade da produção, podendo aumentar a rentabilidade do produtor. Essas orientações de quantidade de insumos, de momento adequado de aplicação e de necessidade de correção do solo são bem procuradas. Outro fator relevante é o acesso do produtor a máquinas e equipamentos, que é notável tanto para o pequeno produtor como para o grande produtor, uma vez que essas máquinas já vêm com um determinado grau de tecnologia capaz de gerar dados para aprimorar o processo de produção.

Formação do Produtor. Os produtores cooperados têm acesso a algumas informações por meio de palestras virtuais ou reuniões personalizadas para explicar a melhor forma de atuação. Outra ferramenta que a Cocamar está utilizando é uma série sobre agricultura de precisão para conscientizar o produtor, que foi um meio encontrado para atuar durante o cenário de pandemia. Os gestores acreditam que a agricultura de precisão é a "espinha dorsal" da agricultura tecnológica.

Uso de Drones. A Cocamar tem drones próprios para utilizar em algumas culturas como a cana. No momento não se utiliza drones para mapear as áreas. Não são utilizados sensores para controle de pragas e umidades, o foco está mais voltado para a utilização de máquinas e equipamentos para coletar dados e, posteriormente, processá-los, analisar e ampliar a produtividade da produção.

**Fuente**: elaborado pelos autores.



# A CONTRIBUIÇÃO DA EXTENSÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA RURAL NA DIFUSÃO TECNOLÓGICA NA AGRICULTURA

X

No ambiente local, as Empresas de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) tem o objetivo de contribuir com o aumento da produtividade dos produtores rurais, especialmente os pequenos e médios, que possuem restrições financeiras e econômicas para a contratação de serviços privados. Com a entrada das tecnologias digitais no setor agrícola, as EMATERs têm buscado se adaptar ao novo padrão estabelecido para continuar contribuindo com o aumento da produção. Essas adaptações vão desde as formas de relacionamento e contato entre produtores e técnicos agrícolas, ao uso da tecnologia no campo.

## EMATER-MG

Para exemplificar estas situações, constatou-se na EMATER do estado de Minas Gerais o desenvolvimento da plataforma digital intitulada Deméter com o objetivo de oferecer ao técnico um sistema para auxiliar nas atividades de campo, substituindo alguns trabalhos desenvolvidos em planilhas, formulários ou manualmente (EMATER MINAS GERAIS, 2020a).

Além disso, com o lançamento do Programa EMATER 4.0 em 2019, se obteve como resultado a publicação do documento "MEXPAR[14] 4.0: ATER digital conectando pessoas", que consiste na organização das diretrizes referentes à prestação de serviços de assistência técnica e extensão rural (ATER) a partir do uso de ferramentas digitais. Ou seja, a MEXPAR, que antes apresentava as diretrizes de atendimento de forma presencial, foi atualizada considerando a utilização de tecnologias digitais.

Assim, conforme a EMATER Minas Gerais (2020b, p. 6), "as ferramentas digitais devem ser utilizadas levando em consideração a orientação pedagógica da Mexpar, que enfatiza os processos participativos e compartilhados de experiências, como condição para a apropriação do conhecimento e sua ressignificação na prática social", e considerando as seguintes tecnologias: Multiplataforma de mensagens instantâneas e chamadas de áudio e vídeo; Ferramentas digitais para comercialização virtual; Live; Videoconferência; Vídeoinformativo; e Webinar.

## IDR-PR

O Instituto de Desenvolvimento Rural (IDR) do estado do Paraná foi criado recentemente a partir da fusão da EMATER-PR, da Companhia de Desenvolvimento Agropecuário do Paraná (CODAPAR) e do Centro Paranaense de Referência de Agroecologia (CPRA) pelo Instituto Agropecuário do Paraná (IAPAR). Esses órgãos deixaram de existir como instituições autônomas e formaram uma única entidade vinculada à Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento (IDR-PR, 2020).

[14] Metodologia Participativa de Extensão Rural.

**Tabela 25**
Número de Unidades de Referência (URs) e resultados (médias) do Programa MID-Soja durante quatro safras no Paraná, em relação ao número de aplicações de fungicidas, ao número de dias da emergência até a primeira aplicação de fungicida para controle de doenças, ao custo do controle e à produtividade

| Variáveis | | Safras | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2016/2017 | 2017/2018 | 2018/2019 | 2019/2020 | Média | Total |
| Nº URs (Total) | | 93 | 195 | 223 | 248 | - | 759 |
| Nº aplicações fungicidas | MID-Soja | 1,5 | 1,7 | 1,4 | 1,7 | 1,6 | - |
| | Não assistidos | 2,4 | 2,5 | 2,1 | 2,6 | 2,4 | - |
| Dias até 1ª aplicação fungicida | MID-Soja | 75 | 78 | 64 | 65 | 71 | - |
| | Não assistidos | 57 | 56 | 55 | 55 | 56 | - |
| Custo do controle (sc/ha) | MID-Soja | - | 3 | 2,9 | 2,7 | 2,9 | - |
| | Não assistidos | - | 6 | 4,4 | 3,6 | 4,7 | - |
| Produtividade (sc/ha) | MID-Soja | 64,8 | 61,7 | 50 | 64,7 | 60,3 | - |
| | Não assistidos | 64,3 | 60,5 | 48,7 | 63,4 | 59,2 | - |

**Fonte**: adaptado de Embrapa (2020).
**Nota**: MID-Soja: Dado coletado junto às URs de Manejo Integrado de Doenças; Não assistidos: Dado coletado por meio de questionários junto a agricultores não assistidos pelo Programa MID-Soja.

O IDR-PR deu continuidade na execução de programas de ATER já consolidados no âmbito da extinta EMATER. Dentre os programas identificados, existe o Programa Grãos Sustentáveis que tem o foco na prestação de serviços aos pequenos e médios produtores de grãos, especialmente a soja, com base nas boas práticas agrícolas. As principais estratégias de trabalho são o manejo integrado de pragas (MIP) e manejo integrado de doenças (MID). Os resultados de algumas safras nas unidades de referência indicam que é possível reduzir em 50% a quantidade de aplicações de inseticidas e em 33% o número de aplicações de fungicidas, considerando a adoção de MIP-Soja e MID-Soja, respectivamente (tabela 25). Além disso, constatou-se que não há perda do potencial produtivo das lavouras, condicionando maior rentabilidade econômica devido à redução do custo de produção e ganhos ambientais decorrente da menor quantidade de agrotóxicos no ambiente.

**Box 3**
A experiência do IDR-PR na extensão rural a partir do uso de tecnologias digitais

Monitoramento da Ferrugem Asiática da Soja: Coletor de "Esporos": O IDR iniciou o trabalho de monitoramento da ferrugem asiática da soja por meio de um coletor de "esporos". Esse coletor é uma ferramenta desenvolvida pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) nos primeiros problemas de ferrugem asiática, mas após a utilização pelos técnicos da extinta EMATER o uso dessa ferramenta foi popularizado.

O coletor é instalado na lavoura e dentro dele há uma fita que adere o que está circulando no ar. Dessa forma, é possível detectar se há "esporos" da ferrugem flutuando do ambiente. Com base nessa informação da flutuação de "esporos", os técnicos orientam os produtores, informando se existe ou não "esporos" circulando no ambiente. Caso não haja circulação desses "esporos", o IDR recomenda que os produtores não apliquem fungicidas. Caso haja essa circulação de "esporos", a orientação é que o produtor faça o controle da ferrugem.

Na safra 18/19, o IDR percebeu que o uso dos coletores estava um pouco "solto" e, a partir disso, decidiu criar uma Rede para identificar os pontos em que os coletores estavam instalados. Havia 250 coletores instalados no estado do Paraná e os técnicos perceberam que seria interessante repassar essa informação também para os produtores que o IDR não atende, assim foi criado o site Alerta Ferrugem.

Origem da cooperativa A Agraria é uma Cooperativa localizada em Guarapuava (PR), fundada em 1951, formada por imigrantes do centro e leste europeu (Áustria, Alemanha e antiga Iugoslávia), que vieram após a segunda guerra mundial. Os fundadores adquiriram áreas agrícolas na região com características produtivas adequadas para o projeto que pretendiam instalar, planejado antes mesmo da chegada dos imigrantes. Em torno dessas áreas formaram-se as colônias e a comunidade, o que contribuiu para o desenvolvimento em conjunto.

Atuação integral. A ação da cooperativa não se limitou à agricultura. Investiu desde o início em educação, saúde e profissionalização dos cooperados. Possui hoje o hospital de referência da cidade, escolas infantis, juvenis e técnicas de ótima qualidade. Os produtores participam ativamente das atividades e serviços ofertados pela cooperativa, especialmente os cursos técnicos e gerais sua área e produção; utilizam sensores, GPS e uma série de ferramentas; podem solicitar equipes técnicas para coletas nas áreas; e têm acesso aos laboratórios para averiguar fatores biológicos diferentes que possam ter surgido na plantação.

Metodologia-MID: O IDR instalou os coletores em Unidades de Referências (URs), em seguida foi elaborado um relatório técnico para informar as medidas que deveriam ser adotadas. Esse relatório técnico serve como um protocolo operacional, isso auxilia muito nas orientações do projeto.

É realizado um monitoramento semanal junto ao coletor, toda semana o técnico coleta a lâmina com a fita e, em seguida, é feita a leitura dessas lâminas em laboratório. Após a leitura via microscópio é conferido se há esporos ou não. Outro mecanismo que o IDR também utiliza é a inspeção das folhas. Após a coleta, esses dados são alimentados no site da instituição e o agricultor tem acesso a essas informações por meio de tabelas, mapas e relatórios. O site é adaptado para que o agricultor tenha acesso via smartphone, pois a maioria dos produtores não fazem uso do computador. Por exemplo, o produtor consegue identificar se há coletores próximos à sua propriedade capazes de captar essa circulação de esporos. O IDR também envia alguns alertas/informações sobre as condições dos esporos através de WhatsApp.

Resultados do Método: O IDR já tem os resultados acumulados de quatro safras relacionados ao número de aplicações de fungicidas, dias da primeira aplicação do fungicida, custo de produção (do fungicida e da máquina) e nível de produtividade (ver Tabela XI.A). O que se tem percebido é que o uso dessa tecnologia tem auxiliado na redução da aplicação de fungicidas e ao mesmo tempo manutenção econômica daquelas unidades que precisaram fazer o controle de fungicidas para que não viessem a perder a safra (esse controle é feito de forma precavida para que não afete de forma tão intensa a lavoura).

No momento o IDR possui 250 coletores, os agricultores são os grandes parceiros da instituição, pois essas instalações são realizadas em suas propriedades. Um técnico é capaz de atender até 2.000 hectares de terras.

Expansão do projeto: Atualmente, o IDR busca tornar esse processo mais automatizado em relação à leitura diária desses esporos, seja pelo uso de inteligência artificial ou criação de banco de dados de imagens. Também pretendem aumentar o número de instalação de coletores para aperfeiçoar esse processo. A instituição busca maneiras tecnológicas de cruzar essas informações acerca dos esporos com as condições climáticas: umidade, clima, entre outros. Essas tecnologias, inclusive, poderão se expandir para outras culturas.

O Instituto também busca desenvolver ferramentas que melhorem o manejo de solos pois o estado do Paraná está sofrendo com problemas de erosão e falta de água em períodos de estiagem. Os técnicos do IDR até chegaram a elaborar um indicador de manejo de solo, porém, ainda não é tão automatizado. Esse ainda é um projeto piloto.

Parceria com o SENAR: Foi realizada uma parceria com o SENAR e a UEL, por meio dessa parceria foram viabilizados recursos para bolsistas para desenvolver um software para manuseio dos dados coletados. A ideia é que futuramente o produtor consiga acessar esse software para ampliar informações sobre condições da safra e auxiliar a tomada de decisão dos produtores.

Limitações e principais obstáculos aos produtores: Enquanto instituição pública o IDR encontra limitações em relação a recursos para gerar inovação. Por isso, o Instituto busca parcerias com instituições universitárias e centros de inovações para avançar com essa ferramenta.

Os principais obstáculos e entraves aos produtores são o excesso de informação e desencontro de informações, o que atrapalha na tomada de decisão; substituição de insumos químicos por predadores naturais para redução do uso de agrotóxicos também têm gerado uma certa confusão na compreensão do uso ou não do onFarm, assim, a adoção desses onFarms poderia ser prejudicial para a saúde do próprio produtor; e a entrada de demasiadas startups também pode gerar uma sobreposição do interesse comercial em relação aos fatores produtivos.

Inserção tecnológica no atual cenário econômico: A grande inserção tecnológica se dará por meio da percepção dos produtores de que o fator tecnológico influencia a produtividade e o faturamento da produção. Assim, será necessária a intensificação de parcerias entre associações, cooperativas e instituições de pesquisas, pois a inovação tem que ocorrer e agregar junto ao processo de produção do produtor

**Fuente**: elaborado pelos autores.

# POLÍTICAS, ESTRATÉGIAS E INICIATIVAS PARA A AGRICULTURA 4.0 NO BRASIL: BREVE DESCRIÇÃO

XI

Ao contrário da experiência histórica da agricultura brasileira, na qual a modernização foi fundamentalmente induzida e coordenada pelas políticas públicas, as inovações associadas à Agricultura 4.0 tiveram origem no mercado, sem participação direta do Estado, por iniciativa de empresas e instituições privadas atuando e competindo em vários segmentos da indústria e do agronegócio. O próprio tema da Indústria 4.0 só entrou na agenda do setor público após iniciativas de instituições vinculadas ao mercado, como a Confederação Nacional da Indústria (CNI), a Federação de Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP) e instituições similares de outros estados, como Minas Gerais, Santa Catarina e Paraná, que apresentaram estudos técnicos e documentos políticos sobre a revolução digital em curso no mundo, impactos na indústria e na economia brasileiras e medidas necessárias para evitar a marginalização do Brasil da economia do futuro. É certo que a preocupação estava também presente em debates e agendas de trabalho de algumas organizações privadas de interesse público, como a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), ambos com vínculos com o Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovação e Comunicação (MCTIC), e em pesquisas realizadas pela Embrapa, orientadas por documentos estratégicos que indicavam a importância que as tecnologias digitais teriam para a agricultura e o agronegócio brasileiro. Mas, indubitavelmente, a introdução e difusão inicial das tecnologias digitais deu-se à margem de iniciativas do setor público, que entram no processo a reboque, sob pressão de *stakeholders* privados que demandam ações e suporte por parte do Estado para estimular e viabilizar a continuidade do processo modernizador.

Tanto é assim que apenas em agosto de 2019 o MAPA, principal instituição gestora das políticas agrícolas e de desenvolvimento rural no plano federal, lançou a Câmara do Agro 4.0, em parceria com o MCTIC e participação de entidades dos setores produtivos e de pesquisa agropecuária, com o objetivo de implementar ações destinadas à expansão da internet no meio rural, ao aumento da produtividade no campo e à difusão de novas tecnologias e serviços inovadores nas propriedades rurais. No entanto, constatou-se que passado um ano do lançamento da Câmara do Agro 4.0 ainda não existia uma agenda clara para a implementação de políticas, especialmente no que diz respeito à adoção de tecnologias para pequenos e médios produtores. A imprensa especializada e declarações de autoridades referem-se a iniciativas políticas no âmbito dessas instituições voltadas para identificar os desafios e formular linhas de ação para equacionar alguns gargalos considerados estruturais e que, segundo o diagnóstico corrente, travam a expansão do uso das tecnologias no setor agrícola. Neste campo, a principal referência é o déficit de conectividade, apontado pelos participantes da Câmara como o principal problema a ser superado.

## Câmara do Agro 4.0

A criação da Câmara foi a principal iniciativa para promover a inovação, difusão de tecnologia digital e a expansão da internet no meio rural, que reúne os principais *stakeholders* com interesse na área. Está estruturada em 3 níveis: (i) Conselho Superior, integrado pelo MAPA, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTIC), a Confederação Nacional de Agricultura (CNA) e a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB); (ii) Secretaria-Executiva compartilhada pelo MAPA e MCTI e (iii) 4 grupos de trabalho,

nas áreas de 'desenvolvimento, tecnologia e inovação'; 'desenvolvimento profissional'; 'cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores'; e 'conectividade no campo' (MAPA, 2019a; MAPA, 2019b; EMBRAPA, 2020b). Os grupos são integrados por mais de 50 atores, desde universidades, instituições de pesquisa, agentes financeiros, operadoras de telefonia, associações profissionais e corporativas, agentes financeiros, dentre outros.

Em dezembro de 2020 a Câmara apresentou o Plano de Ação do Agro 4.0 (PAA4.0), preparado pelos grupos de trabalho, para discussão com a sociedade em geral. O objetivo do PAA4.0 é "promover ações voltadas ao desenvolvimento e geração de soluções aplicadas à agricultura brasileira, à expansão da internet no campo e à promoção e difusão de tecnologias e serviços inovadores no ambiente rural." Para tanto, elenca 5 desafios e eixos de ação: (i) promover as tecnologias digitais nas pequenas, médias e grandes propriedades; (ii) aproximar as empresas de base tecnológica, as startups e as integradoras dos pequenos, médios e grandes produtores; (iii) assegurar recursos para a implementação de iniciativas para o Agro 4.0; (iv) apoiar soluções para a agricultura brasileira baseadas em tecnologias digitais e de precisão; (v) coordenar os esforços individuais de instituições públicas e privadas para solucionar necessidades e demandas do Agro 4.0 no Brasil.

O PAA4.0 a ser implementado entre 2021 e 2024, definiu ações prioritárias para cada um dos grandes temas abordados pelos grupos de trabalho.

- Desenvolvimento, tecnologia e inovação: a) mapear os ambientes de inovação focados no Agro existente no país; b) identificar os instrumentos de fomento e financiamento voltados à inovação, c) mapear as soluções tecnológicas no Agro 4.0, já disponíveis para transferência.
- Desenvolvimento profissional: a) educação formal: definir estratégias para incorporação dos temas de agricultura digital e de precisão nos cursos de graduação e pós-graduação no País; b) educação não formal: mapear cursos e plataformas EAD já existentes e articular mecanismos de integração destes para ampliar as ações de capacitação, instrução e difusão de informações e conhecimento relacionados à agricultura digital.
- Cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores: a) identificar o perfil do pequeno e médio produtor em relação à adoção de tecnologia Agro 4.0; b) identificar e propor soluções para os gargalos nas cadeias de produção e c) promover a integração dos elos das cadeias produtivas, visando a agregação de valor e a rastreabilidade da produção.
- Conectividade no campo: a) identificar e caracterizar as alternativas tecnológicas (fibra, antena, rádio, satélite etc.); b) linhas de fomento e financiamento da conectividade no campo e c) aspectos regulatórios.

O Plano de Ação não define metas, prazos e nem recursos, e a responsabilidade da implementação é das instituições participantes. Deve-se destacar que muitas das ações já vêm sendo executadas, ainda que sem coordenação, como o mapeamento do acesso e uso de tecnologia, sumarizados acima, o retrato do ecossistema de inovação da agricultura 4.0 e o diagnóstico da conectividade. A despeito do caráter geral, o PAA4.0 aponta os desafios e indica algumas prioridades. Talvez a principal limitação seja não tratar, de forma específica, o acesso dos pequenos produtores no contexto da heterogeneidade estrutural que caracteriza a agricultura brasileira. Deve-se mencionar que as organizações que tradicionalmente representam os pequenos agricultores e a agricultura familiar estão ausentes dos grupos de trabalho da Câmara do Agro 4.0. Ainda que se refute a polarização entre agricultura familiar e agronegócio, a experiência histórica do próprio MAPA revela que a adoção de uma agenda geral da "agricultura" tende a obscurecer as demandas específicas dos pequenos e familiares, e que muitos ficam excluídos de políticas que, mesmo que adequadas em seus objetivos, pecam por não levarem em conta a realidade diferenciada pelo tamanho das propriedades e por regiões.

## O déficit de conectividade

Estudo realizado pela ESALQ/USP, encomendado pelo MAPA e pelo MCTIC para dar suporte às discussões e deliberações da Câmara do Agro 4.0, considerou a conectividade como um dos principais obstáculos para a adoção das novas tecnologias e para a prestação de novos serviços na agricultura e identificou áreas prioritárias para receber investimentos. Segundo o levantamento realizado, em 2019 o Brasil contava com cerca de 97 mil torres de conectividade, que cobriam apenas 5% da área agricultável do território nacional, o que deixa 58% dos estabelecimentos rurais do país sem acesso sequer a sinal para o uso de celular. Para ampliar o acesso à internet 3G e 4G para 90% da área agricultável do país seriam necessárias pelo menos 5.600 novas antenas e o investimento necessário para a instalação de 25% das torres seria da ordem de R$ 6 bilhões de reais (MAPA, 2019a).

## Política nacional de conectividade rural

No contexto da discussão do novo marco legal para as telecomunicações no Brasil, o tema da conectividade rural foi incluído devido à sua importância para manter a competividade da agricultura. Há um reconhecimento das diferenças regionais e estruturais e da necessidade de uma política específica e de uma estratégia clara, envolvendo os setores público e privado, para buscar soluções para superar o problema da conectividade no meio rural, que afeta os produtores rurais independente do porte (pequenos, médios e grandes). A proposta é a implementação de estratégias regionalizadas, que definam prioridades e meios para atender necessidades e demandas diferenciadas. Há o reconhecimento explícito de que condições e públicos distintos demandam diferentes inovações tecnológicas e ações no campo (MAPA, 2019b).

**Tabela 26**
Perfil e características de produtores definidos pelo mapa e finalidade identificada pela ESALQ/USP para o acesso à conectividade

| Tipo de produtor | Característica | Finalidade |
|---|---|---|
| Grandes produtores | Possibilidade de acesso à conectividade por iniciativa própria | Aumento da produtividade via previsibilidade da produção (previsão de quebra de safra e acesso a seguro agrícola); automação dentro da porteira (agricultura de precisão e controle fitossanitário) e automação fora da porteira (rastreabilidade dos produtos) |
| Agricultores Familiares | Na sua maioria, necessita de conectividade fomentada via políticas públicas | Inclusão digital via acesso à informação (educação e ATER virtual), controle de produção dentro da porteira (aplicativos para controle fitossanitário e monitoramento da produção), comunicação e organização econômica de produtores para a comercialização (acesso a mercados, redefinição de relações entre produtores, consumidores e pequenos varejistas; aumento de circuito de cadeias curtas, vendas de produtos pela internet, formação de grupos de interesse etc.). |
| Médios Produtores | Acompanha as tendências do entorno, sendo mais semelhantes ao perfil dos familiares ou dos grandes produtores a depender da região em que estão inseridos | São mais dependentes de ações de fomento governamental para acesso à conectividade no meio rural do que aqueles inseridos em cadeias produtivas de alto valor agregado. |

**Fonte**:adaptado de MAPA (2019b).

A elaboração dessa política tem como base o diagnóstico das condições de conectividade no meio rural brasileiro realizado pela ESALQ/USP, que considerou a heterogeneidade regional brasileira e as distintas características dos produtores como área, renda, densidade, unidades patrimoniais e uso do solo, além da densidade das antenas e torres (localização, número, intensidade, categorização em função da frequência e cálculo espacial da potência e sinal). Os resultados preliminares permitiram

identificar as regiões com maior carência de infraestrutura de conectividade no meio rural brasileiro, as diferenças entre os produtores e, em consequência, as distintas necessidades e opções tecnológicas, resumidas no Quadro acima (MAPA, 2019b).

## Política nacional de incentivo à agricultura de precisão

A agricultura de precisão é um dos principais eixos para a utilização e difusão das tecnologias digitais. Embora a agricultura de precisão não seja uma novidade, ganhou renovada importância com as possibilidades de utilização abertas pelas inovações das TICs. A rápida difusão, principalmente entre os grandes produtores, motivou o lançamento em 2019 da Política Nacional de Incentivo à Agricultura de Precisão, por meio do Projeto de Lei 4.538/19 que ainda será apreciado pelo legislativo. O texto define agricultura de precisão como o conjunto de técnicas e tecnologias aplicadas em um sistema de gerenciamento agrícola baseado na variabilidade espacial e temporal da unidade produtiva (Agência Câmara de Notícias, 2019).

O objetivo da política é ampliar o uso dessas técnicas de produção no Brasil, que visam à elevação da eficiência na aplicação de recursos e insumos de forma a diminuir o desperdício, aumentar a produtividade, a lucratividade e a garantir a sustentabilidade ambiental. O desenvolvimento tecnológico e a difusão para pequenos e médios produtores é uma das diretrizes propostas, que também incluem: (i) apoio à inovação agronômica, contemplando todas as escalas de produção e seus impactos socioeconômicos e ambientais; (ii) ampliação de rede de pesquisa, desenvolvimento e inovação do setor agrícola; (iii) adequação da ação governamental às peculiaridades e diversidades regionais e (iv) articulação e colaboração entre os entes públicos federais, estaduais e municipais e o setor privado. Os principais instrumentos de execução da política previstos no projeto são a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico; a assistência técnica e a extensão rural; a capacitação gerencial e a formação de mão de obra qualificada em nível técnico e superior; e os fóruns, câmaras e conselhos setoriais, públicos e privados. Em particular, o projeto inclui a criação e fomento de uma rede de pesquisa, desenvolvimento e inovação voltada ao acesso dos pequenos e médios proprietários à agricultura de precisão, investimentos em conectividade rural e na capacitação de mão de obra em nível técnico e superior para apoiar o esforço de desenvolvimento e difusão da agricultura de precisão no Brasil.

## Rede de agricultura de precisão

Em 2009, foi instituída a Rede de Agricultura de Precisão (AP) coordenada pela EMBRAPA e que envolve 214 pesquisadores, 19 centros e 15 campos experimentais, distribuídos em distintas regiões e com variabilidade de cultura (anuais e perenes). A Rede AP tem o objetivo de gerar conhecimentos, ferramentas e inovações tecnológicas em Agricultura de Precisão para incrementar a eficiência de sistemas produtivos, buscando maior competitividade e sustentabilidade do agronegócio no Brasil. A Rede atua com objetivos específicos na geração de tecnologias para otimizar a aplicação de insumos, para redução de riscos e degradação ambiental e maximizar a rentabilidade; na avaliação das causas da variabilidade espacial e temporal das respostas dos sistemas produtivos; no desenvolvimento de mecanismos e procedimentos para a construção de sistemas de apoio à tomada de decisão em sistemas produtivos; na mensuração da eficiência econômica e identificação de indicadores para quantificar os benefícios ambientais resultantes da adoção das tecnologias de AP; na transferência de tecnologias e avaliação do nível de adoção da AP no Brasil (Inamasu *et al.*, 2011).

## Projeto Agro 4.0

O Projeto Agro 4.0 é uma iniciativa da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), em cooperação com os Ministérios da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) e da Economia (ME), que tem o objetivo inicial de coletar informações e sugestões de produtores rurais, agroindústrias e entidades parceiras para seleção de projetos piloto de adoção e difusão de tecnologias digitais na cadeia do agronegócio. A motivação dos projetos piloto é identificar modelos viáveis de implementação e difusão de tecnologias com foco no aumento da produtividade. O edital de chamada de propostas não destaca prioridades, e está aberto para produtores rurais em geral e indústrias que atuam no agronegócio, que deverão submeter as propostas em parceria com associações de produtores, cooperativas, universidades, parques tecnológicos etc., com enfoque em quatro categorias: insumos, produção e colheita, processamento e integração a cadeia de valor.

## NovoAgro 4.0

O projeto NovoAgro 4.0 consiste em um arranjo de iniciativas do Sistema da Federação da Agricultura e Pecuária do Estado de Minas Gerais (FAEMG), com os objetivos de aproximar os atores e incentivar o desenvolvimento do ecossistema de inovação da agricultura 4.0; gerar um ambiente institucional e empresarial de apoio à inovação para o desenvolvimento do agronegócio e identificar e catalisar iniciativas que desenvolvam tecnologias de ponta, inovadoras e aplicadas ao agronegócio. O projeto tem como base três estratégias para atuação: (i) *planting ideas*, que está associada ao fomento em conjunto com as *startups* e universidades para o atendimento às demandas captadas e organizadas de produtores e demais agentes de cadeias produtivas estratégicas; (ii) *fertilizing projects*, embasada no apoio ao desenvolvimento de projetos em fase de MVP[15], por meio de uma rede produtores e propriedades rurais que contribuem com o aperfeiçoamento de protótipos e experimentos; e (iii) *harvesting innovation*, objetiva a disseminação de inovações técnica e economicamente viáveis aos produtores rurais, sindicatos de produtores rurais e demais agentes das cadeias produtivas estratégicas do estado (NOVOAGRO 4.0, 2019).

## Treinamento e capacitação para o uso de tecnologias na agricultura 4.0

O diagnóstico que emerge das entrevistas com especialistas e dos estudos já publicados indica que a capacitação tecnológica, de produtores e técnicos, tanto de nível médio como superior, é um dos principais gargalos para a difusão de tecnologias digitais na agricultura brasileira. Pesquisa na *web* identificou uma centena de iniciativas de empresas privadas, firmas de consultoria e organizações de produtores e profissionais ligados à área que poderiam ser classificadas no eixo de treinamento e capacitação. Durante os últimos meses observou-se uma explosão de eventos online que incluem como objetivo central o tema Agricultura 4.0. Em termos mais estruturados, foram

[15] Sigla em inglês que significa "Minimum Viable Product" (ou "Produto Minimamente Viável", em português), pode ser uma das primeiras fases do processo empreendedor. Escolher um MVF expressa identificar e coletar dados sobre clientes e gerar situações práticas de negócio que façam a *startup* aprenda rapidamente o que falta para aplicar preços, funcionalidade e, por fim, lançar uma solução/produto inovador.

identificadas 4 iniciativas no âmbito das instituições do Sistema S[16] para a capacitação dos produtores rurais no uso de tecnologias na agricultura. Especificamente, o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), que é o serviço dedicado ao treinamento e capacitação no meio rural, tem pelo menos 3 programas de capacitação. A quarta é liderada pelo SEBRAE, que tem o principal foco em micro e pequenas empresas dos setores de comércio e serviços, mas conta com algumas iniciativas pontuais para os pequenos produtores do setor agrícola.

## AgroUp

O *AgroUp* é uma Rede Nacional de Inovação criada pelo SENAR para o setor do agronegócio, e que vem sendo executado em cinco estados brasileiros (Rondônia, Bahia, Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul), um de cada região. A rede está promovendo a conexão de diferentes atores e parceiros, inteligência analítica, criativa e visão empreendedora, com o objetivo de apoiar ativamente a mudança tecnológica no campo. A estratégia é identificar as reais necessidades dos produtores rurais e buscar soluções disponíveis no mercado, promovendo o intercâmbio de informações e experiências entre os produtores rurais e os provedores de tecnologia com vistas a conectar as demandas ao mercado de inovação. O projeto é realizado em parceria com a SOFTEX[17] (Associação para Promoção da Excelência do Software Brasileiro) (CNA, 20–?a).

## Agricultura de precisão

Na condição de instituição voltada para a capacitação técnica dos produtores rurais, o SENAR lançou em 2012 o Programa Agricultura de Precisão com o objetivo de auxiliar os produtores rurais no conhecimento dos conceitos e tecnologias dessa área. O Programa tem parceria com a EMBRAPA, universidades e empresas fabricantes de equipamentos da agricultura de precisão (CNA, 20–?b).

## Inclusão digital rural

O Programa de Inclusão Digital Rural, também do SENAR, tem como objetivo geral promover a qualificação digital dos produtores rurais, por meio de informação sobre as novas tecnologias, treinamento básico para acessar e operar as ferramentas digitais e do acesso a ferramentas de gestão de propriedades rurais. Os pré-requisitos de participação dos produtores nos cursos são idade e escolaridade, que variam de acordo com as exigências de cada treinamento (CNA, 20–?c).

## Sebraetec

O Sebratec é um produto fornecido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), que disponibiliza serviços tecnológicos para os pequenos empreendimentos. O Sebraetec promove a conexão dos pequenos negócios a uma ampla rede de prestadoras de serviços tecnológicos que atendem em todo Brasil (SEBRAE, 20--?). O objetivo dos serviços fornecidos pelo Sebraetec é promover o desenvolvimento de processos, produtos e serviços ou a introdução de inovações

[16] Termo relacionado ao conjunto de organizações das entidades corporativas voltadas para o treinamento profissional, assistência social, consultoria, pesquisa e assistência técnica, que têm características organizacionais similares (AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS, 20--?).

[17] Para maiores informações: https://softex.br/a-softex/.

nas empresas e mercados. Essa proposta busca fortalecer a capacidade competitiva dos pequenos negócios no Brasil, fomentando a transferência de tecnologia entre instituições e empresas, para que os pequenos empreendimentos tenham condições de superar as limitações e barreiras tecnológicas e serem incluídas nos processos de inovação e difusão de tecnologia. Dentre os serviços oferecidos, o Sebraetec disponibiliza: consultoria tecnológica, serviços metrológicos, avaliação de conformidade (certificação) e prototipagem. Esse serviço é fornecido a todos os pequenos negócios, incluindo os produtores rurais que possuam inscrição estadual de produtor, número do Imóvel Rural na Receita Federal (NIRF), declaração de aptidão (DAP) ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf); ou Registro de Pescador, e considerando que o faturamento anual seja até R$ 4,8 milhões.

## Programa Balde Cheio

Transferência de tecnologia sempre foi um gargalo para a inovação entre os pequenos produtores. Ferramentas digitais têm sido usadas para facilitar o acesso de pequenos produtores à inovação em geral, e à tecnologia digital em particular. Um bom exemplo é o Programa Balde Cheio, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), que tem o objetivo de capacitar profissionais da assistência técnica, extensão rural e pecuaristas em técnicas, práticas e processos agrícolas, zootécnicos, gerenciais e ambientais. As tecnologias implementadas são adaptadas de acordo com a região e são monitoradas por meio de ferramentas digitais em relação aos impactos ambientais, econômicos e sociais no sistema de produção após a adoção das tecnologias. A estratégia de execução privilegia a formação de parcerias com diversos tipos de instituições públicas, em especial os órgãos de assistência técnica e extensão rural vinculados às Secretarias Estaduais de Agricultura, prefeituras, departamentos de agricultura municipais e instituições de ensino e pesquisa, instituições financeiras, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, e privadas, como cooperativas, laticínios, associações, federações de agricultura, Sebrae, instituições de ensino e pesquisa e profissionais autônomos. De acordo com a EMBRAPA (2020a), em 2019, o Programa Balde Cheio atendeu 1.609 propriedades em 468 municípios de 19 estados brasileiros. Além disso, estão em processo de capacitação 260 técnicos, que atuam em 326 unidades demonstrativas e 1.283 propriedades.

## Modernização de mercados

O Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro (Prohort), iniciativa da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), vinculada ao MAPA, foi instituído pelo Governo Federal por meio da Portaria nº 171, de 29/03/2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). O Prohort tem o objetivo de contribuir para o desenvolvimento e modernização do setor hortigranjeiro nacional, proporcionando maior interação entre os diversos agentes governamentais envolvidos e os integrantes da cadeia de produção e distribuição, além de buscar a melhoria e a ampliação das funções dos mercados atacadistas (CONAB, 2020). O Programa tem, entre suas principais ferramentas, os sistemas de informações, que trazem dados sistematizados sobre a comercialização de produtos hortigranjeiros nas principais Centrais de Abastecimento (CEASAS) do país. Essa plataforma, disponibilizada com o nome ProHort Cotações Ceasas, possibilita o acompanhamento de preços, análises de mercado, consulta de séries históricas, identificação das regiões produtoras, entre outros estudos técnicos, como já vem sendo demonstrado pelo Boletim Hortigranjeiro, publicado mensalmente pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB).

## ConectarAGRO

É uma iniciativa de oito grandes empresas privadas do ramo agro e de telecomunicações (AGCO, Climate Field View, CNH Industrial, Jacto, Nokia, Solinftec, TIM e Trimble), com o objetivo de promover a solução aberta de internet no campo e proporcionar o uso de máquinas com tecnologias embarcadas pelos produtores. Anunciada durante o *Agrishow* de 2019, a maior feira de tecnologia agrícola da América Latina, busca promover uma solução tecnológica para a expansão do acesso à internet no campo brasileiro por meio da instalação de antenas 4G. Em menos de um ano, o programa promoveu a conectividade banda larga 4G a 5,1 milhões de hectares (CONECTARAGRO, 2019). O foco são áreas dominadas por médios e grandes produtores, mas como a presença dos pequenos é bastante difusa, a iniciativa acabará beneficiando também pequenas propriedades que subsistem em meio aos grandes, em especial nos estados de São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Minas Gerais.

## Projeto 4G TIM no campo

A TIM firmou, em 2020, uma parceria com a AgTech Agrosmart para ampliar a oferta de soluções para o agronegócio para tornar a cadeira mais produtiva. Com o acordo, os clientes da operadora vão ter acesso a soluções oferecidas pela AgTech. O projeto foi feito para complementar o Projeto de 4G TIM no Campo[18]. Inicialmente o projeto focará em grandes grupos agrícolas e, em um segundo momento, produtores de todos os tamanhos. A tecnologia e inteligência artificial desenvolvidas pela Agrosmart coleta dados de diferentes fontes para monitorar vários parâmetros sobre o solo, práticas agrícolas, clima etc., analisa os dados e gera informações para uso imediato dos produtores e outros atores envolvidos na cadeia, orientando decisões tanto na esfera da produção como para o planejamento em geral.

[18] Para maiores informações: https://www.agtechgarage.com/4gtimnocampo/.

**Box 4**
Projeto semear: concepção do Distrito Agro-Tecnológico (DAT)

O Projeto SemeAr é uma ação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) e tem o objetivo de expandir a geração de riqueza na agropecuária em escala nacional através das tecnologias digitais, incluindo pequenos e médios produtores, de forma que os impactos econômicos sejam traduzidos no aumento do volume, melhoria da qualidade e aumento de eficiência da produção. Especificamente, o programa busca acelerar a transformação digital do agronegócio no Brasil por meio da implementação e integração de projetos inovadores com focos nas tecnologias digitais.

A possibilidade de melhorar a qualidade ou de levar conectividade ao meio rural em determinadas localidades pode contribuir também com a gestão ambiental, através da implementação de algumas tecnologias que otimizem o consumo de água na irrigação, garanta maior eficiência no uso de máquinas, defensivos e fertilizantes. Além disso, pode gerar ganhos sociais com a inclusão de pequenos e médios produtores por meio do crescimento econômico local, resultando na manutenção destes produtores no campo.

A execução do Programa prevê um arranjo que envolve diversos atores de diferentes setores: empresas de máquinas agrícolas e tecnologia em geral; universidades, institutos técnicos e centros de pesquisa; cooperativas e produtores individuais; e instituições governamentais são alguns exemplos. O SemeAr tem como base de atuação três eixos principais: (i) conectividade, que tem ênfase no desenvolvimento e validação de tecnologias para ofertar conectividade no campo em larga escala a áreas remotas e a pequenos e médios produtores; (ii) aplicações inovadoras, que tem foco na implementação de projetos que busquem resolver problemas reais e atender as demandas prioritárias dos produtores; e (iii) difusão tecnológica e mobilização, que considera as ações de comunicação e divulgação do Programa para mobilizar e envolver outras iniciativas relacionadas aos objetivos do SemeAr.

O planejamento da Iniciativa SemeAr consiste em três fases para atingir os objetivos propostos. A fase inicial busca desenvolver e validar uma plataforma de inovação digital que seja referência para o setor agropecuário através da implantação da unidade piloto (PoC – Proof of Concept) em uma única localidade, atendendo um grupo de pequenos e médios produtores rurais. A fase intermediária prevê a implantação de um conjunto de unidades em estágio operacional, integrando mais serviços e gerando modelos de operação e negócios para a implantação e funcionamento em larga escala em diferentes localidades do território nacional. Por fim, a fase final está associada à operação comercial e expansão em escala nacional, considerando os modelos de referência implementados na fase anterior.

Distrito Agro-Tecnológico (DAT). A primeira fase consiste em um projeto de P&D que busca desenvolver e validar uma plataforma de inovação digital que seja referência e composta por componentes tecnológicos, processos, modelos de operação e sustentação econômica padronizados, voltados para viabilizar a difusão de serviços de fazenda inteligente para produtores rurais de pequeno e médio porte. A plataforma tem como estabelecer esse modelo em uma concepção de Distrito Agro-Tecnológico (DAT), que é a unidade operacional básica e atende uma área geográfica e um conjunto de produtores rurais, sendo a base para a estruturação do mapeamento das oportunidades de inovação tecnológica. O conceito de DAT tem o objetivo de gerar uma economia de escala aos pequenos e médios produtores, além de reduzir barreiras e viabilizar a adoção da tecnologia digital por esses produtores. O Distrito oferecerá aos produtores solução de conectividade e aplicações das tecnologias digitais, além de serviços de capacitação, suporte e manutenção. Além disso, o DAT possui potencial multiplicador, considerando a disseminação de serviços digitais aos produtores. O ganho econômico previsto pelo Programa, considerando que a execução das fases seja bem-sucedida, é de aproximadamente R$ 20 bilhões de reais por ano para os produtores rurais. O impacto com a adoção de tecnologias digitais foi estimado considerando níveis de ganhos menores para os grandes produtores, uma vez que estes já se encontram mais estruturados tecnologicamente.

**Fuente**: elaborado pelos autores.

# DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A INCLUSÃO DIGITAL NA AGRICULTURA BRASILEIRA

# XII

No último quarto de século o Brasil transformou-se em um grande *player* na agricultura mundial, alicerçado no tripé recursos naturais, inovação e empreendedorismo. O crescimento futuro dependerá, fundamentalmente, da capacidade de manter o crescimento da produtividade com sustentabilidade ambiental e social, que enquadre a dinâmica do agronegócio às cada vez mais rigorosas exigências da sociedade global, sintetizadas pelo paradigma dos S: Saúde humana, Saúde ambiental, Saúde animal, Segurança alimentar, Seguridade dos alimentos e Sociedade. A base desse crescimento sustentável é sem dúvida a inovação tecnológica e organizacional, que viabilizará o uso mais eficiente e sustentável dos recursos naturais, a redução da utilização de agroquímicos a níveis seguros e a diversificação da produção e da oferta necessária para a transição do padrão alimentar no mundo.

Da mesma maneira que o processo de modernização na agricultura brasileira não atingiu todos os produtores de forma homogênea, a presente onda de inovação tecnológica e organizacional, associada à tecnologia de informação e digital, será fortemente marcada pela capacidade de inovação dos produtores. No contexto da heterogeneidade estrutural que marca a agricultura brasileira, não é pequeno o risco de aumento da concentração e das desigualdades caso o processo seja guiado apenas pelo mercado, sem definição de estratégias e medidas para apoiar o acesso abrangente às tecnologias que já estão e que estarão disponíveis. Nas palavras de Sílvia Massruhá, chefe da Embrapa Informática, "No Brasil temos desde produtor preocupado com essa agricultura 4.0 até o que ainda está se iniciando na agricultura 3.0, a de precisão, e mais no Nordeste, o da agricultura 2.0. Temos essas realidades, mas precisamos pensar como o país pode se inserir nessa nova agricultura muito mais baseada em conteúdo digital e conectada" (Massruhá, 2018, pg. 11).

O fato é que o mercado iniciou essa revolução, cujo alcance e rumo passam pela definição de estratégias claras por parte do Estado, com o desenho e operacionalização de iniciativas visando superar obstáculos estruturais, como o da infraestrutura, e apoiar de variadas formas a inclusão digital dos produtores rurais. Desafios desta natureza não podem ser objeto de ações fragmentadas, que precisam ser integradas como parte de uma estratégia consistente, desenhada de forma participativa em função de objetivos que vão além das possíveis vantagens microeconômicas.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento definiu, em suas diretrizes para guiar o desenvolvimento da agricultura brasileira, cinco eixos/pilares estratégicos: Sustentabilidade; Inovação Aberta; Bioeconomia; *Foodtech* com Agregação de Valor e Agricultura Digital. Segundo a própria Ministra de Agricultura, "o quinto pilar —o da agricultura digital— permeia todos os demais e sustenta o futuro da tecnologia na agropecuária. (...) O Brasil vem adotando estratégias ousadas de conectividade rural. Queremos levar aos produtores, pequenos, médios e grandes, conhecimento, oportunidade de uso de dispositivos e sensores que permitam um controle em tempo real da produção, vamos proporcionar dados climáticos que promovem uma previsibilidade de alto nível. (...) Com isso, teremos mais renda e qualidade de vida, levando impactos positivos para toda a sociedade".

A sistematização dos resultados obtidos pelo levantamento de políticas, iniciativas e estratégias permite inferir a existência de quatro diferentes eixos de atuação para expandir o uso das tecnologias digitais entre os produtores rurais brasileiros. Neste trabalho, essas vertentes foram classificadas como infraestrutura, geração de

tecnologia, difusão de tecnologia e institucional. O Quadro XIII.A sintetiza as iniciativas implementadas em cada eixo e indica as instituições responsáveis. O Quadro XIII.B, ao final da seção, resume as principais recomendações para a elaboração de políticas públicas para a agricultura 4.0 no Brasil, com base no diagnóstico, desafios e ações prioritárias identificadas neste estudo.

Em linhas de comentários gerais, pontua-se quatro questões. A primeira é o alerta de que as iniciativas identificadas, em sua maioria, têm caráter genérico, o que significa que não há uma agenda clara estabelecida para contemplar grupos específicos de produtores (pequenos e médios). A segunda é que os esforços do Governo Federal, encabeçados pontualmente pelo MAPA, estão direcionados para solucionar questões estruturais para garantir a expansão do uso das tecnologias digitais no setor agrícola, também sem levar em conta as especificidades dos vários grupos. A terceira é que, a despeito da importância do setor privado, representado especialmente pelas *startups* ou *AgTechs*, o Estado ainda possui certo protagonismo nessa onda de inovação, exercido por meio das instituições de ensino e pesquisa, como a Embrapa e as universidades, da regulamentação e da política agrícola em geral, que tem facilitado e viabilizado os investimentos dos produtores em modernização. A quarta questão é que as iniciativas em andamento, implementadas a partir de um arranjo ou conglomerado de instituições a partir de suas prioridades e mandatos, vêm ocorrendo de maneira "isolada", sem uma coordenação e rumo que o PAA4.0 busca dar a partir de 2021.

## A. Institucional

A maioria das iniciativas identificadas no eixo *institucional* estão pautadas por ações governamentais —como é de se esperar—, e encontram-se em um estágio incipiente e em processo de formulação no âmbito das instituições envolvidas responsáveis pela coordenação. Como exemplo, a Secretaria de Inovação, Desenvolvimento Rural e Irrigação (SDI), criada em 2019 no âmbito do MAPA, ainda está formulando suas linhas de ação, com ênfase no fortalecimento do ecossistema de inovação e da oferta de tecnologia. A criação da Câmara do Agro 4.0 confirma que o Governo Federal está buscando se organizar institucionalmente para direcionar medidas mais efetivas na área. Não se pode esquecer que em 2020 a agenda, recursos e energias institucionais acabaram tomadas pelos desafios imediatos colocados pela pandemia, e que muitas iniciativas foram colocadas em um segundo plano ou foram paralisadas.

A despeito dos vários levantamentos já realizados, constata-se a ausência de diagnósticos abrangentes e claros sobre as condições de acesso e os possíveis impactos de um cenário de agricultura 4.0 na agricultura brasileira. Os estudos resumidos acima apresentam alguns dos desafios e entraves e mapeiam as demandas de parte do setor. Uma iniciativa relevante, da Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG),[19] consultou agentes do setor para entender a percepção e os desafios sobre a inovação e a competitividade do agronegócio de forma geral, e apontou sete áreas para promover o ambiente inovador no agronegócio nacional. No que se refere à adoção das tecnologias 4.0 (como é denominado no documento), a disponibilidade de infraestrutura —cobertura, velocidade e estabilidade na comunicação de dados— foi apontada como essencial para a difusão das tecnologias 4.0, que envolvem instituições públicas.

[19] Visão da Inovação e Competitividade do Agronegócio, Fórum Regional de Inovação Agropecuária e Projeto Agro 4.0. Para maiores informações, consultar o link: https://abag.com.br/comite-de-inovacao-abag-lanca-position-paper/.

# B. Infraestructura

A limitação do acesso dos estabelecimentos agropecuários à conexão de rede é um grande desafio e gargalo para a difusão da agricultura 4.0 entre os produtores rurais brasileiros. A definição de uma estratégia para suprir este déficit deveria, sem dúvida, assumir um leque de soluções, abandonando o senso comum de levar conexão 4G ou 5G para todos os rincões do país. É preciso levar em conta a extensão territorial do Brasil, as diferenças marcantes no meio rural no que se refere à densidade populacional; número, tamanho e perfil tecnológico dos estabelecimentos rurais, nível de renda e pobreza da população rural e dinamismo da agricultura; dotação corrente de infraestrutura e necessidades e demandas dos produtores e dos cidadãos em geral.

As iniciativas em curso incluem ações governamentais e iniciativas autônomas privadas, lideradas pelas empresas do setor de telecomunicações e por instituições de pesquisas, como a própria Embrapa e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD).

A elaboração da Política Nacional de Conectividade Rural é um arranjo que envolve o MAPA e o MCTIC, apoiada pelas ações institucionais da Câmara do Agro 4.0 e subsidiada pelo estudo da ESALQ/USP, que diagnosticou a demanda de investimento de R$ 6 bilhões necessário para expandir a conectividade rural às áreas consideradas prioritárias, conforme detalhado na seção XI. Essa é uma das principais estratégias do Governo Federal e a agenda apresentada com maior clareza para o desenvolvimento do cenário de agricultura 4.0 no Brasil.

**Tabela 27**
Eixos, instituições envolvidas e iniciativas identificadas para o desenvolvimento da agricultura 4.0 no Brasil

| Eixos | Instituições envolvidas | Iniciativas |
|---|---|---|
| Institucional | MAPA, MCTIC, Embrapa e empresas de TIC | Câmara do Agro 4.0 |
| | MAPA e AsBraAP | Comissão Brasileira de Agricultura de Precisão |
| | | Política Nacional de Incentivo à Agricultura de Precisão |
| | ABAG | Visão da Inovação e Competitividade do Agronegócio |
| | MAPA/SDI | Fórum Regional de Inovação Agropecuária |
| | ABDI, MAPA, MCTIC e ME | Projeto Agro 4.0 |
| | FAEMG | NovoAgro 4.0 |
| Infraestrutura | MAPA, MCTIC, ESALQ/USP e ANATEL | Política Nacional de Conectividade Rural |
| | AGCO, Climate Field View, CNH Industrial, Jacto, Nokia, Solinftec, TIM e Trimble | ConectarAGRO |
| | CpQD | Projeto SemeAr |
| | TIM e AgTech Agrosmart | Projeto 4G TIM no Campo |
| Geração de Tecnologia | EMBRAPA[a] | Balde Cheio<br>Rede de Agricultura de Precisão |
| | CONAB e CEASAS | Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro |
| | AgTechs | AgriHub Play |
| Difusão de Tecnologia | SENAR e SOFTEX | AgroUp |
| | SENAR, Embrapa, universidades e empresas de AP | Agricultura de Precisão |
| | SENAR | Inclusão digital rural |
| | SEBRAE | Sebraetec |
| | IDR-PR | Grãos sustentáveis |
| | EPAGRI-SC[b] | - |
| | EMATER-MG | EMATER 4.0 |

**Fonte**:elaboração própria.
[a] Foram listados apenas alguns exemplos de iniciativas, pois a EMBRAPA possui algumas tecnologias desenvolvidas, inclusive aplicativos próprios, que já foram apresentados em outras seções.
[b] A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI-SC) é a ATER identificada com maior disponibilidade de tecnologias digitais.

Como se sabe, investimentos em infraestrutura, seja qual for a área, demandam grandes volumes de recursos, com retornos no longo prazo. No contexto de 2021 e futuro próximo, o Estado não tem capacidade financeira para investir na implantação de infraestrutura de conectividade demandada pela Economia 4.0. Tem, no entanto, poder regulatório, que precisa ser usado para atrair investimentos privados que levem em conta também a necessidade de contribuir para a inclusão social e produtiva. Ademais, a regulamentação deve assegurar espaço para soluções tecnológicas alternativas e para arranjos locais liderados por provedores e prestadores de serviços, com ou sem a participação das operadoras de telefonia celular/sinal de internet. Ou seja, deve abrir espaço para a concorrência entre as grandes operadoras e para a montagem de coalizões envolvendo diferentes atores interessados em atuar na área.

Do ponto de vista de investimento público, a alternativa que se avalia para financiar o desenvolvimento da infraestrutura de telecomunicações nas áreas rurais do país é a utilização dos recursos arrecadados pelo FUST. Porém, depende das mudanças institucionais, que foram mencionadas na seção IV.

É interessante notar a existência de iniciativas de empresas consolidadas no setor de telecomunicações e/ou grandes empresas do setor, que buscam expandir suas redes para ofertar serviços no meio rural e atender à crescente demanda do setor associada ao uso de tecnologias digitais. A exemplo disso as iniciativas ConectarAgro[20], Projeto 4G TIM no Campo e Projeto SemeAr podem contribuir para a redução do déficit de conectividade nas áreas rurais. Embora sejam iniciativas genéricas, sem o direcionamento a grupos particulares de produtores, são fundamentais para superar a limitação de conectividade, que poderá trazer resultados a longo prazo.

## C. Geração de tecnologia

O eixo de *geração de tecnologia* parece ser o mais dinâmico, e vem sendo animado por instituições do setor público, com destaque para a Embrapa e algumas universidades, e por iniciativas na esfera privada, envolvendo as *startups* (também denominadas de *AgTechs*) e os hubs de inovação.

A EMBRAPA, desde sua criação em 1973, contribuiu significativamente com a geração de tecnologias para a agropecuária brasileira e subsidiou as trajetórias tecnológicas do setor. Certamente, foi a instituição protagonista durante esse período. No ambiente do desenvolvimento de tecnologias digitais, ainda que seja a instituição de referência, esse protagonismo tem sido dividido com as *AgTechs*.

A atenção da EMBRAPA está direcionada para a geração de tecnologias digitais de um modo geral. As diversas unidades possuem certa autonomia para o desenvolvimento de tecnologias de acordo com o potencial das atividades na localidade, mas, desde a década de 1990, pelo menos duas unidades foram implantadas com o foco específico na geração de tecnologias digitais: a EMBRAPA Informática Agropecuária, instalada em Campinas-SP, e a EMBRAPA Instrumentação Agropecuária, situada em São Carlos-SP.

A percepção que se tem é que as inúmeras iniciativas da Embrapa adotadas ao longo dos últimos 20 anos não resultaram de estratégias e visões claras do Governo Federal, e que faltou e ainda falta articulação e coordenação mesmo entre as unidades da Embrapa. No entanto, tem-se observado ações do MAPA no sentido de ganhar protagonismo no que se refere à definição de diretrizes estratégicas, como a própria criação da SDI e um papel mais ativo no Conselho de Administração da Embrapa, e que aos poucos o

[20] Disponível em: https://conectaragro.com.br/sobre.html.

MAPA está internalizando as contribuições da EMBRAPA e usando de forma mais ativa as reconhecidas competências da EMBRAPA para viabilizar suas políticas.

É importante destacar que não parece existir uma diretriz ou planejamento que considere a inclusão de pequenos e médios produtores para a geração de tecnologias digitais específicas a esse público. As referências ao grupo são genéricas, sem indicar o reconhecimento de especificidades e a necessidade de ações especiais para apoiar a inclusão dos produtores pequenos e familiares na onda de inovação 4.0.

A oferta de tecnologia pelo setor privado vem se expandindo e os dois protagonistas são as empresas de máquinas e equipamentos e as *startups* agrícolas, que vem se organizando em torno de *hubs* de inovação no entorno de centros universitários e polos tecnológicos, muitos localizados em regiões tradicionalmente agrícolas. As tecnologias e serviços ofertados cobrem as mais diferentes áreas, como biológico, logístico, gestão etc. Pelo número de *AgTechs* no mercado, é válido pontuar que não existe um problema de oferta de tecnologia ao setor agropecuário. Pelo contrário, existe um excesso de disponibilidade de tecnologias e, em muitos casos, uma sobreposição de funcionalidades que pode até mesmo atrapalhar a tomada de decisão do produtor. Essa sobreposição, certamente, é resultado da concorrência entre as *startups* que são direcionadas pelas forças de mercado e não conseguem traduzir as verdadeiras necessidades dos produtores em demandas.

Esse é um ponto que deve ser levado em consideração para pensar a inclusão de produtores, especialmente pequenos e médios, uma vez que a própria EMBRAPA reconhece que não há diagnósticos que apontem com clareza os reais impactos socioeconômicos a partir da adoção das tecnologias digitais na agricultura. É uma condição que demanda uma agenda política e institucional bem definida, com escopos e diretrizes alinhados às necessidades e desafios dos produtores e à capacidade de oferta tecnológica disponível.

Face ao interesse do setor privado no desenvolvimento de tecnologias para o setor agrícola e a importância de instituições do setor público, pareceria natural explorar o potencial das parcerias público-privada.

## D. Difusão de tecnologia

A oferta de tecnologia está bem estabelecida, com diversas iniciativas de difusão lideradas por vários agentes privados que vêm atuando de forma agressiva na disputa de mercado, tendo como foco sua clientela particular, os médios e grandes produtores com recursos para demandar bens e serviços de forma geral. As ações de difusão desvinculadas das empresas produtoras de tecnologia, com alguma atenção aos pequenos produtores, estão a cargo das empresas de assistência técnica e extensão rural (ATER) dos estados, a maioria debilitada e com baixíssima capacidade de ação, das cooperativas, do Sebrae e do SENAR, em alguns casos, em parceria com a EMBRAPA, que nesse eixo tem desempenhado um papel coadjuvante.

As empresas de ATER do Paraná (IDR-PR), Minas Gerais (EMATER-MG) e de Santa Catarina (EPAGRI-SC) desenvolveram *softwares* próprios para auxiliar nas atividades de orientação técnica dos responsáveis em campo, que têm contribuído para a difusão de tecnologias digitais entre os pequenos produtores rurais. As ATER mais desenvolvidas e com atividades desempenhadas com o uso de ferramentas digitais são as das regiões Sul e Sudeste do país.

As instituições do Sistema S, que são voltadas para a capacitação e assistência técnica de forma geral, vem implementando iniciativas de difusão tecnológica na agricultura. O SENAR, que é o organismo específico do Sistema S voltado para atuação de apoio à agropecuária, lidera as ações de capacitação, seguido pelo SEBRAE, que, tradicionalmente, tem programas direcionados a micro e pequenas empresas dos setores de comércio e serviços.

O SEBRAE tem assumido uma atuação em um setor no qual, geralmente, não atuava. A contribuição do SEBRAE no ambiente de difusão tecnológica a pequenos e médios produtores é importante, mas a forma de atuação é apenas aos grupos de produtores que já tem alguma condição de serem incluídos. Ademais, não é o papel do SEBRAE expandir essa atuação.

## E. Educação digital e capacitação

A educação é cada vez mais importante quando se trata de inovação e do ambiente digital. Saber interpretar dados gerados pelas tecnologias, saber utilizar novos aplicativos, *softwares* e máquinas, tudo isso requer acesso a treinamentos, profissionais especializados ou outras plataformas de acesso à informação. A falta de instrução e principalmente de capacitação tecnológica pode levar o produtor a adquirir tecnologias equivocadas, ou que serão subutilizadas. O risco de "endividamento tecnológico" é real, e pode contribuir para um ciclo de inadimplência que comprometa a sustentabilidade do setor. É preciso avaliar até que ponto os investimentos que vêm sendo realizados em um contexto de preços elevados e expansão dos mercados são sustentáveis e estão de fato contribuindo para gerar os excedentes prometidos e necessários para liquidar o financiamento.

Como confirmado pela pesquisa Embrapa/Sebrae, a falta de conhecimento sobre as tecnologias mais apropriadas e a falta de capacitação própria foram alguns dos maiores problemas apontados pelos produtores para o acesso às tecnologias. Esses problemas são ainda maiores entre os agricultores familiares. O Censo Agropecuário 2017 mostrou que em apenas 12% e 2,7% dos estabelecimentos o produtor familiar concluiu o ensino médio e o curso superior completo, respectivamente. E esses percentuais são ainda mais baixos nas regiões Nordeste e Norte, que concentram 56,5% dos familiares.

Esse déficit de conhecimento ressalta a importância da assistência técnica e da extensão rural, que infelizmente está longe de atender às necessidades. Ainda que não seja possível abordar o tema aqui, é preciso apontar algumas percepções colhidas durante a pesquisa, e que podem ser relevantes.

A primeira se refere à própria capacidade dos sistemas públicos de assistência técnica e extensão rural, sucateados na maior parte dos estados, para atender a demanda. É possível que o uso das tecnologias digitais por parte das empresas e dos extensionistas venha a contribuir para melhorar o alcance e efetividade dos serviços de ATER, mas o próprio déficit de conectividade e as características dos produtores limitam o uso das ferramentas já disponíveis e exigirão um esforço de criação que não se resolve de imediato.

Outro ponto diz respeito à própria capacitação do pessoal técnico para orientar neste campo da tecnologia digital. Mesmo os mais jovens tiveram formação "tradicional", uma vez que nem as escolas técnicas agrícolas nem as faculdades de agronomia e veterinária e demais, que formam a maior parte dos profissionais, ajustaram a base curricular e as práticas para preparar os técnicos para lidar com as inovações em curso. Neste sentido, será necessário um esforço de renovação da formação tradicional dos profissionais que atuam na agricultura, o que ainda não parece estar na agenda das principais escolas, que mantém o ensino bastante compartimentalizado entre as carreiras tradicionais.

Ainda em relação a esse tema, observou-se que um número crescente de profissionais de nível superior tem atuado fundamentalmente como promotores de empresas de tecnologia, com incentivos de desempenho vinculados a vendas, *market-share*, número de clientes atendidos etc. Ainda que legítimo do ponto de vista da empresa, não há dúvidas que esse modelo tem potencial para produzir distorções nas recomendações técnicas, em particular em um setor no qual o desempenho final —a produção e produtividade— é influenciado por múltiplas variáveis, dificultando a associação direta entre a recomendação do técnico e o resultado alcançado. Nas palavras de um entrevistado, "entre a ignorância e falta de preparo de alguns sobre a utilização das novas tecnologias e os conselhos enviesados de outros, os produtores pagam a conta e são os grandes perdedores".

É consenso de que tem muita informação disponível e circulando entre os produtores, em grupos de *WhatsApp* e redes sociais. Uma parte delas não é referenciada, não tem qualidade e nem credibilidade. Mas circula, e muitos produtores não conseguem separar o trigo do joio. O excesso de informação e as informações desencontradas estão confundindo os agricultores, que vêm recebendo muito conselho de má qualidade. Juntar e dar credibilidade à informação é um desafio que precisa ser enfrentado para orientar os produtores, em particular os pequenos, na trajetória da inovação 4.0.

## F. Financiamento

O custo das tecnologias digitais não é baixo e demanda grandes investimentos, tanto que foi o principal desafio apontado pelos produtores que participaram da pesquisa Embrapa/Sebrae. Por conta disso, o grande produtor tem mais facilidade para acessar e financiar essas novas tecnologias e até para contratar pessoas capacitadas para trabalhar na área. A dimensão econômica é indicada como um obstáculo relevante, seja pela dificuldade de acesso ao crédito seja devido ao valor do investimento para contratação de serviços, custos operacionais, manutenção e utilização.

Os pequenos produtores brasileiros têm contado com financiamento do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), que sem dúvida vem promovendo o acesso a recursos para o custeio e investimento por meio de linhas crédito convencionais, atreladas à aquisição de máquinas e/ou ao custeio da produção. É preciso compreender bem a natureza dos investimentos necessários e demandados pelos produtores, e desenhar linhas que sejam compatíveis, em termos de flexibilidade, tempo e condições, com o ciclo de implantação da tecnologia/investimentos e com os prazos de maturação e geração de receitas.

**Tabela 28**
Recomendações de elaboração de políticas públicas para a agricultura 4.0 no Brasil

| Eixos | Diagnóstico | Desafio | Ações prioritárias | Recomendações |
|---|---|---|---|---|
| Institucional | -Contexto da heterogeneidade da agricultura brasileira; | -Definição de uma agenda política e institucional voltada para os pequenos produtores e agricultores familiares; | -Criação da Câmara Agro 4.0; | -Inclusão de organizações que representam pequenos produtores e agricultores familiares; |
| | -Organização de pequenos produtores e agricultores familiares; ausência de agenda para pequeno/familiar; | | -Preparação do PPA 4.0 2021-2025; | -Considerar o contexto da heterogeneidade estrutural da agricultura brasileira; |
| | -Baixa articulação e coordenação entre as instituições; falta diagnóstico claro para os pequenos produtores; | | -Inclusão da Agricultura 4.0 na estratégia de desenvolvimento do setor | -Articulação e coordenação mesmo entre unidades de instituições com certo grau de autonomia, como a Embrapa; |
| | -Ações institucionais descoordenadas e desarticuladas | | | -Agenda política e institucional definida, com diretrizes alinhadas às necessidades e desafios dos produtores e à capacidade de oferta tecnológica disponível; |
| | | | | -Realizar o diagnóstico completo dos condicionantes de acesso ás tecnologias digitais dos pequenos produtores e agricultores familiares |
| Infraestrutura | -Déficit de infraestrutura em geral nas áreas rurais, telefonia rural, conectividade, internet, baixa qualidade dos serviços. | -Mobilização de recursos para os investimentos públicos e privados necessários; | -Política Nacional de Conectividade Rural;<br>-Projeto SemeAr; | -Regulamentações: abrir espaço para a concorrência entre as grandes operadoras e para a montagem de coalizões envolvendo diferentes atores interessados em atuar na área; |
| | | -Definições regulatórias (regras para investimentos, definição do tipo de tecnologia etc.); | -Projeto Campo Novo (iniciativas privadas) | -Não existe uma única solução tecnológica, assim, existe múltiplas soluções tecnológicas para atender a demanda em um país continental como o Brasil, além de nem todos os produtores poderem ter acesso às tecnologias de ponta |
| | | -Demarcação de espaços de atuação | | |
| Geração de Tecnologia | -Ecossistema de inovação vibrante, com presença de startups, *agritechs, agrohubs,* empresas de máquinas e equipamentos e forte participação da EMBRAPA; | -Gerar tecnologias apropriadas para atender as necessidades dos pequenos produtores e agricultores familiares; | -Ações da Embrapa; | -Fortalecer/apoiar as instituições públicas de pesquisa; |
| | -Participação ativa de fundos de investimento (venture capital) e fundos públicos (Finep, Fapesp, BNDES) | -Redução de custos de tecnologias | -Hubs de inovação | -Promover editais/concursos dirigidos com focos específicos a pequenos produtores e agricultores familiares; |
| Difusão de Tecnologia | -Debilidade das ATERs dos estados; | -Mobilizar e capacitar agentes para promover a difusão de tecnologia aos pequenos produtores; | -Projetos isolados de cooperativas; iniciativas isoladas de algumas ATERs estaduais em alguns poucos estados; | -Fortalecimento das ATERs nos Estados; |
| | -Ativa atuação empresas de máquinas e equipamentos, cooperativas, escritórios privados de assistência técnica. | -Criar condições necessárias para viabilizar a adoção das tecnologias | -Iniciativas do SENAR/ CNA, Sebrae | |
| Educação e capacitação | -Baixo nível de educação formal e capacidade técnica de parte dos pequenos produtores; | -Educação e capacitação de todos os agentes envolvidos (produtores, extensionistas, vendedores etc.) | -Iniciativas do SENAR/ CNA, SEBRAE | -Capacitação do pessoal técnico; |
| | -Baixa qualificação técnica dos vendedores/promotores da tecnologia; limitado suporte técnico aos produtores; | | | |
| | -Déficit educacional dos técnicos | | | -Explorar os potencias de programas de treinamento e capacitação utilizando tecnologias digitais |

| Eixos | Diagnóstico | Desafio | Ações prioritárias | Recomendações |
|---|---|---|---|---|
| Financiamento | -Ausência de linhas específicas para o financiamento de tecnologias digitais | -Desenhar linhas de financiamentos adequadas às condições de pequenos produtores e agricultores familiares e da dinâmica de inovação 4.0 | Indefinido | -Desenho de linhas compatíveis, em termos de flexibilidade, tempo e condições, com o ciclo de implantação da tecnologia/investimentos e com os prazos de maturação e geração de receitas. |
| Acesso e difusão de informação | -Notável melhora no acesso de informações dos produtores no período recente, a despeito de importante de lacunas | -Filtrar as informações e transformá-las em resultados que direcionem as estratégias de forma correta | -Iniciativas do MAPA e Embrapa a partir do desenvolvimento de aplicativos para difundir informação | |
| Suporte às políticas públicas | -Muitas iniciativas e experiências válidas em andamento;<br>-Iniciativas ainda limitadas ao governo federal e algumas políticas do MAPA;<br>-Uso limitado por parte dos produtores e demais agentes | -Difundir os instrumentos;<br>-Passar do estágio de provisão/acesso à informação para a utilização no planejamento e gestão das políticas e por parte dos beneficiários | Seguro Rural; Zoneamento; Clima | -O Estado deve apoiar as iniciativas para a transformação digital nos setores |
| Cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores | -Avaliações sobre elos da cadeia da agropecuária; informação sobre fornecedores de tecnologia; acesso às facilidades das plataformas | -Desenvolver a cadeia e estreitar as relações entre os agentes | Ações de empresas e plataformas para atrair fornecedores e consumidores;<br>-Iniciativas de associações de produtores para entrar no comércio eletrônico, vender direto aos consumidores;<br>-Ações de empreendedores no mercado 'gourmet'; iniciativas de empresas de máquinas e equipamentos para estabelecer fidelidade dos consumidores; cooperativas | -Consolidar os diagnósticos sobre o grau de desenvolvimento das tecnologias de agricultura 4.0 nas principais cadeias produtivas com ênfase no acesso e participação dos pequenos produtores/agricultores familiares |

**Fonte**:elaboração própria.

# BIBLIOGRAFIA


AFFONSO, E. P.; HASHIMOTO, C. T.; SANT'ANA, R. C. G (2015), Uso de tecnologia da informação na agricultura familiar: Planilha para gestão de insumos. Biblios, núm. 60, p. 45-54, Julio Santillán Aldana, ed. Lima, Perú.

AGÊNCIA CÂMARA DE NOTÍCIAS [*S.l.*, 20–?], Sistema S. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/glossario-legislativo/sistema-s. [Acesso em: 19 de outubro de 2020].

____(2019), Proposta institui a Política Nacional de Incentivo à Agricultura de Precisão. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/623185-proposta-institui-a-politica-nacional-de-incentivo-a-agricultura-de-precisao/#:~:text=O%20Projeto%20de%20Lei%204538,e%20temporal%20da%20unidade%20produtiva. [Acesso em: 14 de outubro de 2020].

____(2018), Proposta cria Política Nacional de Incentivo à Agricultura de Precisão. Disponível em: https://www.camara.leg.br/noticias/550347-proposta-cria-politica-nacional-de-incentivo-a-agricultura-de-precisao/. [Acesso em: 14 de outubro de 2020].

ALVES, E. R. A.; SOUZA, G. S.; GOMES, E. G. (Ed.) (2013), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa. Contribuição da Embrapa para o desenvolvimento da agricultura no Brasil. Brasília, DF.

ALVES, E.; ROCHA, D. P (2010), Ganhar tempo é possível? In: GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R. (Org.). A agricultura brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília, DF: Ipea. p. 275-289.

ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações (2020a), Municípios com Áreas Rurais Atendidas. Disponível em: http://dados.gov.br/dataset/areas-rurais-atendidas. [Acesso em: 25 de setembro de 2020].

____(2020b), Mapeamento de redes de transporte. Disponível em: https://www.anatel.gov.br/dados/mapeamento-de-redes. [Acesso em: 25 de setembro de 2020].

BATALHA, M. O.; BUAINAIN, A. M.; SOUZA FILHO, H. M. (2005), Tecnologia de gestão e agricultura familiar. In: BATALHA, M. O. Gestão do agronegócio: textos selecionados. São Carlos: Ed. da UFSCar.

BELIK, W (2015), A Heterogeneidade e suas Implicações para as Políticas Públicas no Rural Brasileiro. Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba - SP, Vol. 53, Nº 01, p. 009-030, Jan/Mar.

BIALOSKORSKI NETO, S. (2003), Corporate governance and the role of the managers in Brazilian cooperatives. Oxford: International Centre of Research and Information on the Public. Disponível em: https://bbronline.com.br/index.php/bbr/article/download/270/411. Acesso em: [12 out. 2020].

____(2000), Agribusiness cooperativo. In: ZYLBERSZTAJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). Economia e gestão dos negócios agroalimentares: indústria de alimentos, indústria de insumos, produção agropecuária, distribuição. São Paulo: Pioneira, p. 235-253.

BINSWANGER, H. P (1974a), A microeconomic approach to induced innovation. The Economic Journal, v. 84, n. 336, p. 940-958, dez.

____(1974b), The measurement of technical change biases with many factors of production. The American Economic Review, v. 64, n. 6, p. 964-976, dez.

BOLFE, E. L.; JORGE, L. A.; SANCHES, I.; COSTA, C. C. da; LUCHIARI Jr., A.; VICTÓRIA, D.; INAMASU, R.; GREGO, C.; FERREIRA, V.; RAMIREZ, A (2020), Embrapa. Agricultura digital no Brasil: tendências, desafios e oportunidades: resultados de pesquisa online. Campinas, SP. Disponível em: https://www.embrapa.br/agropensa/produtos-agropensa.

BRASIL, Lei nº 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8629.htm. [Acesso em: 10 ago. 2020].

BUAINAIN, A. M. *et al* (2007), Agricultura familiar e inovação tecnológica no Brasil: características, desafios e obstáculos. UNICAMP: Campinas, SP.

BUANAIN, A. M.; GARCIA, J. R (2013), Contextos locais ou regionais: importância para a viabilidade econômica dos pequenos produtores. In: A pequena produção rural e as tendências do desenvolvimento agrário brasileiro: ganhar tempo é possível? Brasília: CGEE, 264 p.

BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z (orgs.) (2018), Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos, Presidência da República. Desafios para a Indústria 4.0: Além da Economia. *In:* PIO, C.; REPEZZA, A. P. (ed.). Diálogos Estratégicos: o Brasil e os desafios da quarta revolução industrial. Volume 1, número 2, julho 18.

____ (2014), O mundo rural no Brasil do século 21 – A formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, p. 1186.

BUAINAIN, A. M (2014), Alguns condicionantes do novo padrão de acumulação da agricultura brasileira**.** *In*: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z (orgs.). O mundo rural no Brasil do século 21 – A formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, 1186 p.

BUSSAB, M. O (1997), Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas. Estratégias de marketing da indústria de tratores agrícolas no Brasil: o caso da Massey-Fergusson e da Valmet. São Paulo, SP. 113 p. Dissertação (Mestrado).

CARVALHO, J. C. M (1992), O desenvolvimento da agropecuária brasileira. Brasília, DF: Embrapa.

CASTRO, C. N. A (2012), Agricultura no Nordeste Brasileiro: Oportunidades e Limitações ao Desenvolvimento. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: (IPEA) Texto para discussão, 1786: Rio de Janeiro, RJ.

CECHIN, A (2014), Cooperativas brasileiras nos mercados agroalimentares contemporâneos: Limites e perspectivas. *In*: BUAINAIN, A. M.; ALVES, E.; SILVEIRA, J. M.; NAVARRO, Z (orgs.). O mundo rural no Brasil do século 21 – A formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília, DF: Embrapa, p. 1186.

CECHIN, A.; BIJMAN, J.; PASCUCCI, S.; ZYLBERSZTAJN, D.; OMTA, O (2013), Quality in cooperatives versus Investor Owned Firms: evidence from broiler production in Paraná, Brazil. Managerial and Decision Economics, Chichester, v. 34, n, 3-5, p. 230-243.

CNA – Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil. AgroUp. [*S.l.*, 20--?a], disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/paginas-especiais/agroup. [Acesso em 30 de junho de 2020].

CNA – Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil. Agricultura de precisão. [*S.l.*, 20--?b], disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/projetos-e-programas/agricultura-de-precis%C3%A3o. [Acesso em 29 de junho de 2020].

CNA – Confederação Nacional da Agricultura e Pecuária do Brasil. Inclusão digital rural. [*S.l.*, 20--?c], disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/projetos-e-programas/inclus%C3%A3o-digital-rural. [Acesso em 29 de junho de 2020].

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2020), Prohort. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort#:~:text=O%20Programa%20Brasileiro%20de%20Moderniza%C3%A7%C3%A3o,%2F2014%2C%20tamb%C3%A9m%20do%20Mapa. [Acesso em: 18 de setembro de 2020].

CONECTARAGRO (2019), ConectarAGRO ultrapassa meta e leva sinal de internet 4G para mais de 5,1 milhões de hectares de áreas produtivas do Brasil. Disponível em: https://conectaragro.com.br/imprensa.html. [Acesso em: 20 de outubro de 2020].

CRESTANA, S (2013), As tecnologias convergentes e o mundo contemporâneo: algumas reflexões em busca de uma síntese e de uma agenda responsável quanto à sustentabilidade dos sistemas de produção agrícolas. In: PAULA, J. A. (Org.) Fórum de estudos contemporâneos: coletânea de conferências. Belo Horizonte: Imprensa Universitária da UFMG, p. 204-225.

DIAS, C. N.; JARDIM, F.; SAKUDA, L. O. (Orgs.) (2019), Radar AgTech Brasil 2019: Mapeamento das *Startups* do Setor Agro Brasileiro. SP Ventures e Homo Ludens: Embrapa. Brasília, DF e São Paulo, SP. Disponível em: www.radaragtech.com.br. [Acesso em 30 de agosto de 2020].

EMATER MINAS GERAIS (2020a), MEXPAR 4.0: ATER digital conectando pessoas**.** Belo Horizonte: EMATER-MG. 50 p. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/download.do?id=48445#:~:text=O%20documento%20Mexpar%204.0%3A%20Ater,velocidade%20do%20surgimento%20de%20novas. [Acesso em: 27 de outubro de 2020].

____(2020b), Agricultura 4.0: O Futuro da Agropecuária e Extensão Rural. Disponível em: http://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/agricultura-40-o-futuro-da-agropecuaria-e-extensao-rural/?flagweb=novosite_pagina_interna&id=24568. [Acesso em: 27 de outubro de 2020].

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2020a), Balde Cheio. Disponível em: https://www.embrapa.br/balde-cheio. [Acesso em: 18 de setembro de 2020].

____(2020b), Pesquisa mostra o retrato da agricultura digital brasileira. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/54770717/pesquisa-mostra-o-retrato-da-agricultura-digital-brasileira. [Acesso em: 13 de outubro de 2020].

____(2020c), Monitoramento de Phakopsora pachyrhizi na safra 2019/2020 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja. Circular Técnica 164. Londrina, PR. 28 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125788. [Acesso em: 28 de outubro de 2020].

____(2018), Visão 2030: O Futuro da Agricultura Brasileira**.** Brasília, DF: Embrapa, 212 p.

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (2020), A força das agtechs. Disponível em: https://revistapesquisa.fapesp.br/a-forca-dasagtechs/#:~:text=%E2%80%9CSe%20no%20passado%20o%20modelo,inova%C3%A7%C3%A3o%20com%20sede%20em%20Piracicaba. [Acesso em: 30 set. 2020].

FERRAZ, C. O.; PINTO, W. F (2017), Tecnologia da Informação para a Agropecuária: Utilização de Ferramentas da Tecnologia da Informação no Apoio a Tomada de Decisões em Pequenas Propriedades. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 3, n. 1, p. 38-49, jan./jun.

GASQUES, J. G; BACCHI, M. R. P.; BASTOS, E. T.; VALDES, C (2020), Crescimento e produtividade da agricultura brasileira: uma análise do censo agropecuário. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.) Uma jornada pelos contrastes do Brasil: 100 anos de censo agropecuário. Brasília: Ipea.

GLOBO RURAL (2020), TIM e Agrosmart fecham parceria para soluções de agricultura digital. Disponível em: https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Empresas-e-Negocios/noticia/2020/09/tim-e-agrosmart-fecham-parceria-para-solucoes-de-agricultura-digital.html. [Acesso em: 20 de outubro de 2020].

GUANZIROLI, C. E.; BUAINAIN, A. M.; DI SABBATO, A (2012), Dez Anos de Evolução da Agricultura Familiar no Brasil: (1996 e 2006). Revista de Economia e Sociologia Rural, Piracicaba - SP, Vol. 50, Nº 2, p. 351-370, Abr./Jun.

HAYAMI, Y.; RUTTAN, V. W (1988), Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais. Brasília: EMBRAPA, 583p. HIRSCHMAN, A. Transmissão inter-regional e internacional do crescimento econômico. In: SCHWARTZMAN, J. (Org.). Economia regional: textos escolhidos. Belo Horizonte: CEDEPLAR, 1977. p. 35-52.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018), Censo agropecuário 2017. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017. [Acesso em: 01 de junho de 2020].

IDR Paraná (2020), IDR-Paraná. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/IDR-Parana#. [Acesso em: 29 de outubro de 2020].

INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; QUEIROS, L. R.; RESENDE, A. V. de; VILELA, M. de F.; BASSOI, L. H.; PEREZ, N. B.; FRAGALLE, E. P (2011), Estratégia de implantação, gestão e funcionamento da Rede Agricultura de Precisão. Embrapa Instrumentação, 10 p.

LACKY, P (1998). Buscando soluções para a crise do agro: no guichê do banco ou no banco da escola? Santiago do Chile: FAO, Mimeo.

LEITE, M. A. A.; DUARTE, D. A.; MASSRUHÁ, S. M. F. S (2019), Agricultura Digital: Levantamento junto ao Produtor Rural na Região Metropolitana de Campinas. In: XII Congresso Brasileiro de Agroinformática. SBIAgro.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2019a), Câmara do Agro 4.0 apresenta as principais demandas para ampliar o uso de novas tecnologias no campo. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/camara-do-agro-4-0-apresenta-as-principais-demandas-para-ampliar-o-uso-de-novas-tecnologias-no-campo. [Acesso em: 13 de outubro de 2020].

____(2019b), Fórum de Inovação para Agropecuária e Polos de Inovação Tecnológicos para Agropecuária. Disponível em: http://enagro.agricultura.gov.br/selecao/arquivos/8LUGARISABELREGINAFLORESCARNEIROROXO.pdf. [Acesso em: 14 de outubro de 2020].

MARSCHALL, C. R (2009), Motivações para o cooperativismo na pequena propriedade. Organizações e Sociedade, Universidade Federal da Bahia, v. 16, n. 49, p. 287-306.

MASSRUHÁ, S. S. F. M.; LEITE, A. A. M. (2017), Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar no Brasil. Embrapa, Brasília, DF.

MASSRUHÁ, S. S. F. M (2018), O campo cada vez mais tecnológico: Tecnologia da informação na gestão pública. Prodemge, Belo Horizonte, MG.

McKINSEY&COMPANY (2020), A mente do Agricultor Brasileiro na Era Digital. AEPR. Disponível em: http://www.aeaprcuritiba.com.br/admin/arquivos/A%20mente%20do%20Agricultor%20Brasileiro%20na%20Era%20Digital%20[AGCO].pdf. [Acesso em 30 de junho de 2020].

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2020), Proposta Plano de Ação da Câmara do Agro 4.0 (2021-2024). Brasília, DF.

MENDES, C. I C.; BUAINAIN, A. M.; FASIABEN, M. C. R (2014a), Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informação. Revista Espacios, Vol. 35, nº 11.

____(2014b), Uso de computador e Internet nos estabelecimentos agropecuários brasileiros. In: SÍLVIA MARIA FONSECA SILVEIRA MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. (Org.). Tecnologia da informação e comunicação e suas relações com a agricultura. 1ed.Brasília: Embrapa Informática Agropecuária, v. 1, p. 39-52.

NOVOAGRO 4.0. O projeto. [S.l., 20--?], Disponível em: http://www.novoagro.org.br/index.php/novoagro-4-0. [Acesso em: 30 de junho de 2020].

OLIVEIRA, M. D. M (2000), Custo Operacional e Ponto de Renovação de Tratores Agrícolas de Pneus: Avaliação de uma Frota. 148 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba – SP.

ORGANIZAÇÃO DAS COOPERATIVAS BRASILEIRAS (2019), Anuário do Cooperativismo Brasileiro. Disponível em: https://www.ocb.org.br/publicacao/53/anuario-do-cooperativismo-brasileiro-2019. [Acesso em: 22 out. 2020].

PIRES, M. L. S (2004), O cooperativismo agrícola em questão. Recife: Massangana.

SANTOS, G. R.; VIEIRA FILHO, J. E. R (2012), Heterogeneidade Produtiva na Agricultura Brasileira: Elementos Estruturais e Dinâmicos da Trajetória Produtiva Recente. Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas, Texto para Discussão 1740, IPEA: Rio de Janeiro/Brasília, 32 p.

SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Sebraetec: inovar no seu negócio pode ser fácil. [S.l., 20--?], disponível em: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/Programas/sebraetec-inovar-no-seu-negocio-pode-ser-facil,c38a5415e6433410VgnVCM1000003b74010aRCRD. [Acesso em 01 de julho de 2020].

____(2017), O Produtor Rural e as Tecnologias de Informação. Disponível em: https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/bis/o-produtor-rural-e-as-tecnologias-de-informacao,8f82e4188bb7d510VgnVCM1000004c00210aRCRD. [Acesso em 01 de julho de 2020].

SILVA, F. P.; LAPO, L. E. R (2014), Modelos de financiamento da cadeia de grãos no Brasil. In: 2ª Conferência em Gestão de Risco e Comercialização de Commodities. 15 p. Disponível em: https://web.archive.org/web/20140101162112/http://www.bmfbovespa.com.br/CGRCC/download/Modelos-de-financiamento-da-cadeia-de-graos-no-Brasil.pdf. [Acesso em: 09 de julho de 2020].

SOUZA FILHO, H. M.; BUAINAIN, A. M.; SILVEIRA, J. M. F. J.; VINHOLIS, M. M. B (2011), Condicionantes da Adoção de Inovações Tecnológicas na Agricultura. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 28, n. 1, p. 223-255, jan./abr.

SOUSA, R. V.; LOPES, W. C.; INAMASU, R. Y (2014), Automação de máquinas e implementos agrícolas: eletrônica embarcada, robótica e sistema de gestão de informação. In: MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A.; LUCHIARI JUNIOR, A.; ROMANI, L. A. S. (orgs.). Tecnologias da Informação e Comunicação e suas relações com a agricultura. Embrapa, Brasília, DF.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; SANTOS, G. R.; FORNAZIER, A (2013), Distribuição produtiva e tecnológica da agricultura brasileira e sua heterogeneidade estrutural. Brasília, DF: CEPAL, Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 54, Escritório no Brasil/IPEA, 52 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R. (org.) (2019), Diagnóstico e Desafios da Agricultura Brasileira. Rio de Janeiro: IPEA, 340 p.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.) (2020), Uma jornada pelos contrastes do Brasil: 100 anos de censo agropecuário. Brasília: Ipea.

VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G.; RONSOM, S (2020), Inovação e expansão agropecuária brasileira. In: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Orgs.) Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA. Uma jornada pelos contrastes do Brasil: 100 anos de censo agropecuário. Brasília, DF.

Diversos estudos em nível global identificaram que as tecnologias digitais estão mudando as micro, pequenas e médias empresas (MPMEs), modificando suas técnicas de produção e modelos de negócios e transformando as relações entre esses atores produtivos e as instituições de apoio.

O estudo exploratório "Análise de políticas públicas e iniciativas privadas de apoio ao uso de tecnologias digitais por MPMEs agrícolas e agroindustriais no Brasil" é realizado no âmbito do acordo de colaboração assinado em 2015 entre a Comissão Europeia e a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) para desenvolver o projeto de cooperação "Melhores políticas para as micro, pequenas e médias empresas na América Latina".

Este estudo tem como objetivo identificar e analisar as políticas públicas e iniciativas privadas adotadas nos países da região para promover o desenvolvimento das tecnologias digitais nos setores agrícola e agroindustrial, com ênfase nas micro, pequenas e médias unidades produtivas. Seus resultados indicam que há áreas técnicas em rápido processo de expansão - por exemplo, assistência técnica e marketing - e destacam a importância de ter agendas digitais setoriais. Pesquisas semelhantes foram realizadas em El Salvador, Guatemala, Honduras e México.

CEPAL

Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL)
Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
**www.cepal.org**

LC/TS.2021/61