

CONECTIVIDADE RURAL: SITUAÇÃO ATUAL E ALTERNATIVAS PARA SUPERAÇÃO DA PRINCIPAL BARREIRA À AGRICULTURA 4.0 NO BRASIL

Artur Yabe Milanez

Rafael Vizeu Mancuso

Guilherme Baptista da Silva Maia

Diego Duque Guimarães

Carlos Eduardo Azen Alves

*Rodrigo Ferreira Madeira**

Palavras-chave: Conectividade. Digitalização. Internet das coisas. Produtividade. Agropecuária. Brasil. BNDES.

* Respectivamente, gerente setorial, engenheiro e economistas do Departamento do Complexo Agroalimentar e de Biocombustíveis; gerente setorial e economista do Departamento de Telecom, TI e Economia Criativa, todos da Área de Indústria e Serviços do BNDES.

RURAL CONNECTIVITY: CURRENT SITUATION AND ALTERNATIVES TO OVERCOME THE MAIN BARRIER RELATED TO AGRICULTURE 4.0 IN BRAZIL

Artur Yabe Milanez

Rafael Vizeu Mancuso

Guilherme Baptista da Silva Maia

Diego Duque Guimarães

Carlos Eduardo Azen Alves

*Rodrigo Ferreira Madeira**

Keywords: Connectivity. Digitization. Internet of things. Productivity. Agriculture. Brazil. BNDES.

* Respectively, sector manager, engineer and economists of the Biofuels and Agrofood Complex Department; sector manager and economist of the Telecommunication, IT and Creative Industries Department, all from BNDES's Industry and Services Division.

Resumo

Para que a produção brasileira de alimentos consiga atender à demanda global crescente e, ao mesmo tempo, minimizar os impactos ambientais, é imperativo que se busquem ganhos de produtividade pela introdução de novas tendências tecnológicas, entre as quais a digitalização e a automação da produção agropecuária, por meio da agricultura 4.0. Entretanto, para que os benefícios da agricultura 4.0 sejam plenamente aproveitados, será preciso expandir a infraestrutura de conectividade no campo. A baixa cobertura, aliada ao desconhecimento dos custos e benefícios que as novas tecnologias podem trazer de retorno ao produtor rural, sobretudo entre os produtores de menor porte, limita os investimentos em conectividade. O BNDES tem atuado de diversas formas para estimular investimentos na expansão da infraestrutura de conectividade no campo e, assim, difundir as vantagens e expandir a adoção da agricultura 4.0 no país.

Abstract

In order to expand the Brazilian food production and be able to meet the growing global demand and, at the same time, minimize environmental impacts, it is imperative to seek productivity gains by introducing new technological trends, including the digitization and automation of agricultural production through agriculture 4.0. However, for the benefits of agriculture 4.0 to be fully accomplished, it will be necessary to expand the connectivity infrastructure in rural areas. Low coverage coupled with the lack of knowledge of the costs and benefits that new technologies can bring to rural producers, especially among smaller producers, are facts that limit investments in connectivity. BNDES has operated in several ways to stimulate investments in the expansion of the connectivity infrastructure in rural areas and, thus, to spread the advantages and adoption of agriculture 4.0 in the country.

Introdução

Nas duas últimas décadas, o Brasil mudou da condição de ser um dos maiores importadores mundiais de alimentos para a de segundo maior exportador. A transformação ocorreu predominantemente pela redução do custo de produção e pelo aumento da produtividade da terra, que mais que dobrou no mesmo período, enquanto a área ocupada cresceu pouco mais de 50%.

Esse ganho de produtividade ocorreu tanto em função da adoção de técnicas mais avançadas de produção, como o plantio direto, quanto pelo progresso tecnológico, oriundo, por exemplo, da melhoria genética animal e vegetal (incluindo a transgenia) e de maquinários agrícolas mais eficientes.

Na medida em que a população do planeta deve continuar a se expandir e uma vez que há largas faixas da população mundial com baixo consumo de alimentos, em razão de seu nível de renda insuficiente, ainda há um grande espaço para a agropecuária brasileira se expandir.

Para que a expansão da produção agroindustrial nacional continue a ocorrer principalmente em função de ganhos de produtividade e de redução de custo, como no passado, e poupando cada vez mais recursos escassos, como água e energia, haverá necessidade de que ela passe para a próxima fase, que está sendo chamada de agricultura 4.0. Isso permitirá a incorporação de novas tecnologias de informação e comunicação (TIC) para digitalização e automação da produção agropecuária, como internet das coisas (IoT), inteligência artificial, *analytics* e *big data*, além de dispositivos de sensoriamento e rastreabilidade.

Entretanto, para que a agricultura 4.0 possa ser implementada, é requisito necessário que a infraestrutura de conectividade no campo seja expandida. Dados do recém-concluído Censo Agropecuário 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)¹ são preocupantes, indicando baixíssima cobertura de banda larga em áreas rurais.

Este artigo mostra a importância da conectividade para a agropecuária, faz um diagnóstico da atual área de cobertura no campo, levanta os principais determinantes da falta de investimentos em conectividade, bem como apresenta as ações do BNDES para fomento à agricultura 4.0 e sugere algumas políticas públicas para aumentar os investimentos em conectividade rural.

Importância da conectividade para a agropecuária

Há muito tempo, a teoria econômica reconheceu a importância da tecnologia no processo de crescimento econômico. Apenas para citar um exemplo, Joseph Alois Schumpeter publicou, em 1911, seu livro *Teoria do desenvolvimento econômico* (SCHUMPETER, 1934), no qual já dissertava sobre o papel central das inovações e seu potencial disruptivo no processo produtivo. Contudo, nas últimas décadas, solidificou-se a percepção de que tanto o crescimento como o desenvolvimento econômico permanecerão limitados se as economias nacionais não forem capazes de explorar as novas tecnologias e seus benefícios.

¹ Os dados do Censo Agropecuário 2017 estão disponibilizados no Sistema IBGE de Recuperação Automática (Sidra), em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 28 out. 2019.

Possivelmente, a consolidação dessa percepção esteve ligada às significativas mudanças tecnológicas que se amplificaram nos últimos vinte anos, notadamente aquelas relacionadas a computadores pessoais, *smartphones*, redes de comunicação etc. – as chamadas TICs.

Os efeitos das TICs disseminaram-se por todos os aspectos da atividade econômica, redefinindo as relações de produção nos mais distintos setores. As novas relações representam uma combinação mais eficiente entre os fatores produtivos, de forma que o mesmo estoque de fatores acarreta um nível de produto mais elevado. Com base nesse pressuposto, multiplicaram-se os estudos que buscaram avaliar o impacto das TICs sobre o crescimento econômico representado pela variação no produto interno bruto (PIB).

No Brasil, já em 2010, um Texto para Discussão do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) (MACEDO; CARVALHO, 2010), modelando dados em painel (conjunto de variáveis observadas ao longo do tempo), avaliou a relação entre a elevação da densidade de acessos de banda larga por habitante e os aumentos do PIB e PIB *per capita*. Os dados foram desagregados por unidade da Federação, no período de 2000 a 2008. Mesmo com algumas imperfeições na base de dados, identificou-se uma relação positiva entre o aumento da densidade de acessos de banda larga por habitante e o crescimento do PIB e do PIB *per capita*.

Pazotto, Amarin e Morgado (2013) elaboraram um exercício quantitativo, buscando avaliar o impacto dos investimentos em TICs no PIB brasileiro. Os autores tomaram como base um estudo da International Telecommunication Union (ITU) que criou uma metodologia para elaborar um índice de desenvolvimento (IDI, do inglês Information & Communications Technologies Development Index) das TICs. Nessa abordagem, os benefícios de uma sociedade de informação se refletem

em três estágios: (i) nível de infraestrutura e acesso às TICs; (ii) nível de uso (intensidade) das TICs; e (iii) impacto das TICs, isto é, o uso eficiente e efetivo das TICs.

O IDI foi utilizado como variável para representar o estoque de ideias e avaliar a relação com o PIB. O resultado dos autores mostrou forte correlação positiva entre o IDI e o PIB. As maiores variações percentuais do PIB estiveram relacionadas aos países com maior hiato tecnológico, ou seja, países com grande população, baixo índice de capacitação e reduzido acesso às tecnologias de informação.

Em 2017, novo Texto para Discussão do Ipea (CARVALHO; MENDONÇA; SILVA, 2017) voltou a explorar a relação entre a expansão da banda larga e o crescimento econômico, utilizando um modelo econométrico e dados em painel para os 5.564 municípios brasileiros no período 2007-2014. Os resultados estimados pelos autores mostram um efeito positivo e significativo sobre os PIBs municipais da expansão da banda larga. Em média, 1% de elevação nos acessos à banda larga acarreta um aumento de 0,077% no PIB municipal.

A despeito da grande disparidade entre os municípios, característica da heterogeneidade regional do país, foram obtidos alguns resultados importantes. Dentre eles, destaca-se que os impactos do aumento de acessos à banda larga sobre o PIB municipal serão tão maiores quanto maior for a urbanização e a renda *per capita* do município. Contudo, os resultados também apontam um impacto significativo nos municípios nos quais a atividade agrícola é mais dinâmica. Ou seja, a atividade agropecuária mais pujante e profissionalizada se beneficia dos acessos decorrentes da maior conectividade.

Há várias razões para a agropecuária ser positivamente afetada pela maior conectividade. Genericamente, pode-se afirmar que, com a

disponibilização da infraestrutura de conectividade, multiplicam-se os acessos à rede e se ampliam as possibilidades de utilização de tecnologias associadas ao processo produtivo, levando a diversos benefícios, tais como elevação da produtividade, redução de custos e consequente incremento de competitividade.

O negócio da agropecuária estende-se para muito além da porteira. Os corredores de distribuição dos produtos, que envolvem estradas federais e estaduais, bem como estradas secundárias, ferrovias e portos, compõem o espaço de negócio, que também requer conectividade. Atividades de rastreamento da produção, otimização dos recursos de transporte e segurança são fatores críticos para a redução dos custos e, por consequência, para o aumento da competitividade.

Embora haja um extenso número de aplicações tecnológicas na agropecuária, são mais relevantes aquelas associadas a IoT. Um estudo estimou que o ganho econômico potencial no ambiente rural brasileiro estaria entre US\$ 5,5 bilhões e US\$ 21,1 bilhões, dependendo do grau de adesão às novas tecnologias (MCKINSEY; FUNDAÇÃO CPQD; PEREIRA NETO | MACEDO, 2018). Elencaram-se quatro eixos principais de impacto do uso de aplicativos de IoT na atividade rural: (i) produtividade e eficiência; (ii) gestão de equipamentos; (iii) gestão de ativos/animais; e (iv) produtividade humana.

No que se refere ao primeiro item, podem ser utilizados sensores e *drones* para monitoramento meteorológico e do solo, controlando umidade, temperatura ambiente, nutrientes e consumo de água. A área plantada poderá ser acompanhada para a identificação de pragas e fungos, garantindo sua rápida correção. O acompanhamento individual de cada talhão permite avaliar a aptidão do solo a cada cultura e a otimização do plantio.

Outra fonte relevante de utilização de aplicativos de IoT está na gestão dos equipamentos, na logística e armazenagem. No uso do maquinário conectado *on-line*, é possível definir rotas de plantio e colheita que maximizem a produtividade física. Sensores embarcados coletam dados das máquinas, que são analisados (“*analytics*”) e permitem manutenção preventiva e substituição de peças, evitando, assim, panes inesperadas. A gestão também melhora o consumo de combustível, reduzindo as emissões de gás carbônico (CO₂) e gerando benefícios ambientais. Ainda há ganhos decorrentes da movimentação da colheita entre o local da produção e os locais de destino, por meio da definição dos tempos, modais de transporte e uso dos armazéns de forma a reduzir as perdas de produção e minimizar os custos.

O ganho com maior eficiência na gestão e no desempenho da mecanização agropecuária não pode ser desprezado. O Censo Agropecuário 2017 apontou alta de 49,8% no número de tratores nos últimos 11 anos: um aumento de 409 mil unidades em relação à pesquisa anterior, realizada em 2006,² passando de 820 mil unidades para cerca de 1.229 mil. As colheitadeiras apresentaram um crescimento de 58%, as adubadeiras de 71% e, em menor escala, as plantadeiras de 12%.

Além de crescer a quantidade de tratores, o número de estabelecimentos agrícolas com tratores aumentou em 39%, denotando não apenas a abrangência da mecanização na variação quantitativa de tratores em unidades já existentes, mas também a extensão desse movimento a unidades que não possuíam tal maquinário. A composição da compra de tratores se dá principalmente em tratores com menos de 100 cavalos de potência (crescimento de 57%, contra o crescimento de 31% de tratores

2 Os dados do Censo Agropecuário 2006 estão disponibilizados no Sidra, em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao>. Acesso em: 28 out. 2019.

com mais de 100 cavalos). Na Tabela 1, é possível visualizar a evolução do grau da mecanização ocorrida na agropecuária brasileira entre os dois últimos censos.

Na gestão de animais, há aplicativos que cobrem localização, controle de saúde, histórico de vacinação, medicamentos recebidos, rastreabilidade, adequação das unidades de criação às normas fitossanitárias etc. A mesma tecnologia pode ser adaptada para a criação de bovinos em pasto e em confinamento e pode ser aplicada em pecuária de leite, suínos e aves, apenas para citar as práticas mais comuns.

Tabela 1 | Máquinas e implementos agrícolas existentes nos estabelecimentos agropecuários e quantidade de estabelecimentos com maquinário, 2006 e 2017

Maquinário	Maquinários existentes em estabelecimentos agropecuários (mil unidades)			Estabelecimentos agropecuários com maquinário (mil unidades)		
	2006	2017	Variação (%)	2006	2017	Variação (%)
Trator	821	1.223	50	530	734	39
Colheitadeira	116	172	48	85	120	41
Adubadeira/distribuidora de calcário	148	253	71	124	206	66
Plantadeira/semeadeira	318	358	12	245	254	4

Fonte: Elaboração própria, com base nos Censos Agropecuários 2006 e 2017.

Uma das aplicações mais difundidas da IoT está na pecuária de bovinos. Segundo a Agência Estado (PECUÁRIA..., 2019), aproximadamente metade dos bois criados em confinamento (cerca de 2,5 milhões de cabeças) utiliza, em algum grau, essas tecnologias. O animal jovem, com peso de cerca de 12 arrobas, recebe um *chip* que armazena informações de peso, idade, vacinas, procedência, desempenho na engorda,

entre outras. Os dados do *chip* são transferidos para um *software* que, ao avaliar o desempenho do animal, formula uma dieta específica com os nutrientes e a quantidade necessária deles a seu pleno desenvolvimento. Sensores controlam a quantidade de ração que sai dos depósitos e entra nos cochos, havendo monitoramento remoto para definir a oferta de alimento a cada manhã.

Dessa forma, pode-se garantir maior velocidade na engorda – estima-se que o ganho de peso de oito arrobas, tomado como padrão, possa ser obtido em até três meses, contra um ano e meio no processo tradicional. O peso do animal é monitorado em balanças localizadas nos bebedouros e enviado à nuvem, para análise. O desempenho do animal é avaliado em conjunto com os dados e as cotações do mercado, de forma a definir o ponto ótimo de abate.

Quanto ao impacto na produtividade humana, a coleta e o armazenamento de dados permitem a geração de relatórios de desempenho indicando ou não a necessidade de correções para garantir o melhor planejamento e gestão da atividade agropecuária. A avaliação em tempo real de pedidos, vendas, ordens de serviço e horas trabalhadas da equipe garante um desempenho eficiente com constante aprimoramento das melhores práticas.

A difusão da conectividade permite a capacitação da mão de obra rural pela educação a distância (EAD), que tem o mérito de permitir ampla flexibilidade de dias e horários, com cursos disponíveis 24 horas, todos os dias da semana. O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) disponibiliza em seu *site* (ead.senar.org.br) diversos cursos inteiramente gratuitos que abrangem os principais temas da capacitação rural, como agricultura de baixo carbono, sustentabilidade, agricultura de precisão, capacitação tecnológica, gestão de negócios, gestão de riscos, inclusão digital, melhores práticas etc. Atualmente, há mais de 600 mil alunos matriculados em cerca de cinquenta cursos de EAD do Senar. A oferta

de capacitação *on-line*, incluindo cursos de nível superior, por diversas instituições públicas e privadas, é ampla.

Por fim, estão os impactos da conectividade sobre os aspectos sociais e ambientais do campo. Do ponto de vista social, o meio rural é pressionado por uma constante migração de mão de obra jovem para os centros urbanos. A conectividade auxilia na redução da sensação de isolamento ao permitir a participação em fóruns de discussão, salas de bate-papo, compras *on-line* etc. Isso e o acesso a filmes, *shows* e ampla programação são fatores que incentivam a permanência das pessoas no meio rural.

O meio ambiente é fortemente afetado pela utilização de tecnologia no campo: (i) a gestão eficiente de máquinas e equipamentos minimiza o uso de combustíveis, reduzindo as emissões de gases de efeito estufa, como já citado; (ii) o uso de estações meteorológicas eleva a precisão da previsão do tempo; e (iii) a capacidade de conhecer com maior acurácia o regime das chuvas reduz o uso de água nas culturas irrigadas e o desperdício de pesticidas e adubos, evitando a aplicação destes antes das chuvas, para impedir que sejam “lavados” e percam eficácia.

Do ponto de vista estratégico, há uma tendência clara de impor rastreabilidade à cadeia de produção alimentar. A conectividade, alinhada a novas tecnologias, como Blockchain³ e Digital Twin,⁴ permitirá a integração da cadeia de produção com a garantia de origem, que poderá ser uma exigência para exportação.

3 Tecnologia que, por meio de técnicas criptográficas, confere maior confiança e agilidade às transações. Funciona como um livro-razão distribuído e compartilhado, que contém todas as transações processadas no sistema, sem a necessidade de uma autoridade central e confiável para validar as informações (PRODESP, 2018).

4 Representação virtual de um objeto ou sistema físico ao longo de seu ciclo de vida. Usa dados em tempo real e outras fontes para permitir aprendizado, raciocínio e recalibrar dinamicamente para a melhor tomada de decisões, conforme <https://www.ibm.com/topics/what-is-a-digital-twin>. Acesso em: 6 nov. 2019.

Percebe-se como são diversas as possibilidades de aplicação de TICs na agropecuária e imensas as potencialidades de impacto na produção, com ganhos de produtividade e reduções de custo. O fator condicionante à adoção desses aprimoramentos tecnológicos está no acesso à conectividade, aparentemente precária no meio rural brasileiro. Ter bem definidos o estágio atual e a extensão da cobertura é o primeiro ponto para estipular os passos para a evolução de uma agropecuária 4.0.

Atual área de cobertura de conectividade no campo

Conceitos e características da internet banda larga

A expressão “banda larga” (*broadband*) é mundialmente adotada como referência para a caracterização de um serviço de acesso à internet por meio de tecnologias avançadas, mas não há um conceito universalmente aceito em sua totalidade nem uma metodologia que diferencie de forma objetiva a banda larga. A velocidade tem sido o elemento mais comum para definir se uma conexão pode ou não ser considerada banda larga. No passado, quando se superou a “internet discada”, em que se usava a linha telefônica, a diferença entre as tecnologias foi bem mais perceptível.

A velocidade proporcionada pela conexão de banda larga refere-se à capacidade de um serviço de conexão de enviar e receber os conteúdos digitais, em determinada unidade de tempo – exemplificando, *kilobits* por segundo (kb/s, kbit/s ou kbps), *megabits* por segundo (Mb/s, Mbit/s ou Mbps) ou até *gigabits* por segundo (Gb/s, Gbit/s ou Gbps). A velocidade de conexão serve para caracterizar a banda larga ao usuário final, ainda

que não haja um consenso sobre a velocidade mínima a ser considerada. Geralmente, agências reguladoras, órgãos governamentais, organismos multilaterais e pesquisadores têm adotado valores acima de 200 kb/s, e 256 kb/s (em pelo menos uma das direções) é a linha de base mais comum comercializada como banda larga no mundo.

O Brasil ainda não tem uma regulamentação que indique qual é a velocidade mínima para uma conexão ser considerada de banda larga. Em razão da complexidade de caracterizar o conceito de banda larga, sua definição passou a considerar mais elementos qualitativos e menos quantitativos. O Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) estabeleceu o conceito de acesso à banda como:

[...] um acesso com escoamento de tráfego tal que permita aos consumidores finais, individuais ou corporativos, fixos ou móveis, usufruírem, com qualidade, de uma cesta de serviços e aplicações baseada em voz, dados e vídeo (BRASIL, 2010, p. 24).

A estrutura de conectividade, relacionada à internet em banda larga, apresenta alguns componentes fundamentais. Inicialmente, deve-se citar o *backbone*, que se traduz por espinha dorsal e, por analogia, tem esse mesmo sentido nas telecomunicações, referindo-se à rede central, infovia principal que possibilita o tráfego pesado de dados.

Os *backbones* são pontos das redes que compõem o núcleo das redes de internet. São pontos principais da internet que distribuem pelas redes as informações baseadas nas tecnologias Transmission Control Protocol (TCP) e Internet Protocol (IP). Existem *backbones* de ligação tanto intercontinental quanto nacional. A seguir, são apresentados os principais *backbones* de internet existentes no Brasil:

- nacionais: Embratel, Rede Nacional de Pesquisa (RNP), Oi, KDD Nethal, Comsat Brasil, Level 3 (Impsat/Global Crossing), AT&T, NTT, UOL Diveo, CTBC, Mundivox do Brasil, Telefônica e TIM S.A.; e

- estaduais: Academic Network of São Paulo (SP), Rede Norte-Riograndense de Informática (RN), Rede Pernambuco de Informática (PE), Rede Rio (RJ), Rede Tchê (RS) e Redes Metropolitanas de Alta Velocidade (vários estados).

São as conexões para dispositivos móveis que permitem o acesso à internet. A terceira geração (3G) possibilitou a entrada das operadoras de celular na prestação de serviço de banda larga. Hoje, no Brasil, a conexão de quarta geração (4G) é sinônimo da tecnologia Long Term Evolution (LTE), que partilha da mesma natureza básica do 3G, mas traz um expressivo aumento da velocidade de transmissão de dados, por ser mais integrada aos sistemas baseados no protocolo IP. A rede de antenas estação rádio base (ERB), antenas ligadas umas às outras por uma rede *backhaul*, oferece uma grande cobertura nas áreas urbanas e onde existe demanda de conexão, até em áreas rurais, pois sua cobertura se estende a vários quilômetros de distância da base. Essa tecnologia tem a vantagem de atender a grandes áreas geográficas e áreas remotas com um custo mais baixo.

O provedor de acesso (ISP, do inglês *internet service provider*) é uma organização que oferece serviços de acesso, participação ou utilização da internet. Provedores podem ser organizados de várias maneiras, comercialmente, sem fins lucrativos ou em comunidades. Além de acesso à internet, provedores geralmente também oferecem serviços de *e-mail*, hospedagem de *sites* ou *blogs*, entre outros.

O provedor de serviço é necessário para os dados da internet que tráfegarão na rede serem transportados até os usuários, e as empresas provedoras de serviço são as responsáveis por isso. Essas empresas recebem os dados do ISP e os distribuem aos usuários por fibra ótica ou via rádio (por tecnologia sem fio). Elas devem sempre ser regulamentadas

pela Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) e podem ser prestadores de serviço de rede, companhias telefônicas e empresas de telecomunicações.

Os *backhails* são infovias de alta capacidade. Consistem em ligações secundárias, isto é, fazem a conexão entre o núcleo da rede (*backbones*)/ISP e as subredes periféricas (provedor de serviço). Para facilitar a compreensão, seu papel e significado podem ser considerados análogos ao papel que as rodovias secundárias desempenham no sistema de transportes rodoviários.

A frequência representa a transmissão de sinais por radiofrequências. Consiste nas mesmas vias em que se recebe o sinal de radiodifusão das emisoras radiofônicas ou televisivas abertas. O sistema funciona mediante a disposição de antenas repetidoras em pontos estratégicos, até chegar ao dispositivo móvel do usuário. O órgão que regulamenta (licenciamento, homologação e concessão de uso) e fiscaliza a utilização do espectro de radiofrequências é a Anatel.

Há dois tipos de redes de internet: (i) públicas licenciadas, que se utilizam das faixas de frequência concedidas por licitação; e (ii) privadas, que usam faixas não licitadas e disponíveis para uso privado.

As vantagens da rede pública são: (i) estar amplamente disponível no raio de cobertura; (ii) ser padronizada; (iii) possuir um enorme ecossistema de dispositivos, com a correspondente economia de escala; e (iv) permitir a utilização de celulares – a conexão com os dispositivos é muito mais simples. Nesse caso, há disponibilidade da infraestrutura, sem restrição, para todo o público assinante da operadora que esteja coberto pela ERB. Contudo, caso o produtor rural incorra em gastos para viabilizar e manter a infraestrutura de difusão de conectividade,

a rede pode ser explorada por terceiros à revelia desse produtor, com a utilização de parte da banda móvel disponível.

Logo, o produtor pode ver sua rede ser explorada por terceiros sem poder realizar nenhuma ação, gerando uma situação em que o dono da rede tem menor disponibilidade de banda disponível, posto que divide o sinal com “caronas”. Além disso, há o incômodo por uma pessoa estar se beneficiando sem investir na estrutura ou contribuir com o custeio. Essa última situação é um fator que potencializa uma retração nos investimentos em rede pública, sobretudo em propriedades de menor porte.

Já as redes privadas permitem maior controle sobre quem poderá ter acesso ao serviço, mas o produtor rural tem de ser capaz de viabilizar a operação e manutenção dessa rede, de forma que haverá necessidade de dedicar recursos para tal. A situação do “carona” não ocorre na rede privada. Há, porém, um fator que impacta a rede privada, que é o ecossistema limitado. Isso aumenta o potencial de dificuldades de interoperabilidade e integração entre fornecedores diferentes de soluções da agricultura 4.0.

Por meio desses componentes, há diferentes formas de acessar a internet: banda larga fixa, fibras óticas (com baixíssima capacidade e presença no meio rural, não servindo para conectar os itens móveis, como tratores) e tecnologias sem fio, como rádio ou satélite.

A internet via rádio usa ondas de radiofrequência para emitir o sinal aos computadores, por intermédio de antena, ou seja, sem necessidade de instalação de cabeamento ou fios. Como se trata de ondas, problemas desse tipo de conexão são as interferências causadas por obstáculos físicos entre a torre de transmissão e a antena e maior custo de implantação, caso as propriedades rurais estejam muito afastadas de um *backbone*.

Já na internet via satélite, os satélites geoestacionários podem fornecer sinal sobre grandes áreas geográficas de cobertura, o que torna a tecnologia extremamente promissora para conexões de usuários em áreas rurais ou remotas. A velocidade desse tipo de conexão é bem alta, porém, em razão da enorme distância entre o emissor e o receptor, existe um atraso na comunicação, o que dificulta sua utilização para a prática de atividades que envolvam respostas rápidas (como automação das máquinas).

Atual disponibilidade de cobertura de internet banda larga no campo

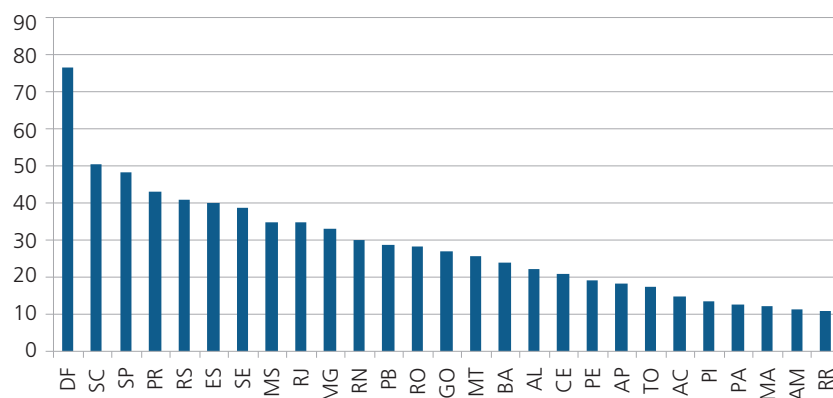
Conforme já discutido, são inúmeras as vantagens relativas à aplicação de TICs no meio rural. Tem havido crescente destaque para a aplicação de tecnologias habilitadoras de agricultura inteligente ou agricultura de precisão no ambiente agrícola brasileiro. Agricultura inteligente deve ser entendida como um serviço que usa sensores, para coleta de dados, e redes de telecomunicações, para realizar um serviço de convergência no campo agrícola, com o auxílio da tecnologia da informação – ou, mais especificamente, refere-se a processamento de informações e tecnologias de controle autônomo. Consequentemente, o aprimoramento tecnológico atual depende, em grande medida, da oferta de conexão à internet.

A ausência de dados mais detalhados dificulta auferir a oferta efetiva de conexão banda larga no meio rural brasileiro. Anatel (2018) divulgou dados sobre a presença de sinal 3G e 4G nos municípios do país; contudo, essas informações não se referem à real cobertura (ou seja, disponibilidade de sinal para o usuário), indicando apenas se há o serviço no município. Dessa forma, no caso de o sinal atingir tão somente uma pequena área urbana, o dado indicaria a existência de cobertura no município, a despeito de as áreas rurais estarem desprovidas de sinal.

Um panorama de ausência de conectividade no campo pode ser apreendido pelos dados do Censo Agropecuário 2017, no qual se identificou que apenas 28% dos estabelecimentos rurais tinham acesso à internet em 2017. Essa cobertura varia de acordo com o estado considerado: é de 77%, no Distrito Federal, e de 11%, em Roraima e no Amazonas (Gráfico 1). Cabe ressaltar, entretanto, que, além de esse número não mostrar a qualidade do sinal recebido, ele considera que a propriedade dispõe de acesso à internet mesmo quando a internet só está disponível em sua sede. Esse aspecto é crítico para a agricultura de precisão ou o rastreamento de animais, pois as “coisas” se movem por todo o entorno rural, e é a conectividade dessas “coisas” que possibilitará o salto de produtividade almejado.

Também no Gráfico 1, é possível notar que os estados da fronteira agrícola conhecida por Mapitoba ou Matopiba (Maranhão, Piauí, Tocantins e Bahia) estão entre os estados com os menores graus de cobertura de internet em estabelecimentos rurais, situando-se, no caso do Maranhão, em apenas 12%.

Gráfico 1 | Propriedades rurais com cobertura de internet, por unidade da Federação, 2017 (%)



Fonte: Censo Agropecuário 2017.

Quanto à cobertura em área, estima-se que menos de 10% do território agrícola brasileiro esteja conectado atualmente, o que representa 7 mil quilômetros quadrados cobertos por internet 4G. Essa cobertura, quando não se situa perto das cidades com disponibilidade de sinal, é realizada, em grande parte, por soluções fechadas, usando frequências próprias, ou por meio de rádio.

No entanto, o acesso à internet no meio rural no Brasil é realizado principalmente em estabelecimentos de grandes extensões. Quanto a estabelecimentos até 100 hectares (ha), o acesso à internet se dá em 27% dos estabelecimentos; na faixa de 100 ha a 1.000 ha, o percentual de acesso é de 32%; e, na faixa acima de 1.000 ha, o percentual de acesso à internet é de cerca de 49%, segundo os dados do Censo Agropecuário 2017. Discutir as razões pelas quais o investimento em conectividade rural ainda é pequeno e concentrado nos grandes produtores é o objetivo das duas próximas seções.

A divulgação recente dos resultados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua de 2018, realizada pelo IBGE, reforça o panorama descrito (ACESSO..., 2020). Havia 14.991 mil domicílios nos quais não se utilizava a internet. Entre os motivos alegados para a não utilização da rede, a indisponibilidade do serviço de acesso à internet na área do domicílio correspondeu a 20,8% das respostas na área rural, contra apenas 1,0% das respostas na área urbana (ACESSO..., 2020).⁵

⁵ A Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua investiga, trimestralmente, diversos indicadores sobre os temas suplementares da pesquisa tradicional. A pesquisa foi realizada no quarto trimestre de 2018, por meio de um bloco de perguntas sobre o tema TIC (ACESSO..., 2020).

Principais determinantes do baixo investimento em conectividade no campo

Com o avanço da TV digital e a progressiva liberação do espectro que abrangia a TV analógica a partir de fevereiro de 2017, a Anatel finalmente está liberando o uso da frequência de 700 MHz para a utilização do 4G pelas operadoras de telefonia celular no Brasil. Ao contrário das bandas usadas anteriormente, essa frequência consegue alcançar longas distâncias, o que a torna muito mais atrativa para cidades do interior e para o uso no campo, e permite que se usem, no campo, os mesmos equipamentos (*smartphones, tablets, modems* etc.) usados na cidade.

Com isso, as operadoras, que antes priorizavam seus investimentos para atender aos grandes centros, estão direcionando mais investimentos para as cidades menores, o que propicia, com relativamente baixos investimentos adicionais, sua extensão para o campo.

Entretanto, conforme será mostrado na próxima seção, o ainda alto custo de instalação de antenas e a necessidade mínima de geração de receita fazem a conectividade só estar disponível às áreas urbanas e às grandes propriedades agropecuárias, que conseguem diluir esse custo em sua própria área, sem depender de acordos com outros proprietários.

Um grande desafio para viabilizar a estrutura pública é o retorno financeiro para os provedores de serviço, em geral as operadoras de serviços de telecomunicações. A rentabilidade da rede de acesso vem do número de assinantes servidos pela infraestrutura (ERB) e pela receita média por assinante servido pela ERB. No caso rural, esses dois componentes são baixos, inviabilizando o retorno financeiro do provedor.

Para contornar esse limitante, os provedores de serviços buscam alguma contrapartida do proprietário rural para instalar a ERB em sua fazenda e passar a receber o serviço de telecomunicação em sua área de negócio.

Dessa forma, nos segmentos do agronegócio mais mecanizados e com grandes extensões de terras, como a agroindústria de cana-de-açúcar, a conectividade vem ganhando espaço e atraindo a atenção das grandes operadoras, que já estão instalando antenas e o restante dos equipamentos necessários à implantação da agricultura 4.0.

Entretanto, para outros segmentos, menos mecanizados e/ou com propriedades rurais de áreas menores, a implantação dessas redes continua complexa. Tanto a alta fragmentação territorial em pequenos e médios produtores rurais que inviabiliza os investimentos em redes próprias quanto a falta de maior conhecimento dos retornos que a agricultura 4.0 podem propiciar, em razão da baixa mecanização, dificultam a implantação das redes de comunicação.

Para evitar que essas propriedades fiquem cada vez mais distantes dos índices de produtividade obtidos pelos grandes estabelecimentos, o ideal é que os pequenos e médios produtores se reunissem para fazer esses investimentos de forma coletiva ou por intermédio de cooperativas.

A linha de financiamento hoje existente, no Plano Safra,⁶ é o programa Inovagro, acessível tanto para cooperativas quanto para os produtores rurais, isolados ou organizados coletivamente. O Inovagro objetiva apoiar investimentos necessários à incorporação de inovação tecnológica nas propriedades rurais, visando o aumento da produtividade, a adoção de boas práticas agropecuárias e de gestão da propriedade rural e a inserção competitiva dos produtores rurais nos diferentes mercados consumidores.

⁶ O Plano Safra é um conjunto de políticas públicas lançado anualmente, com vigência de julho a junho do ano seguinte (período definido pelo calendário da safra agrícola brasileira), que abrangem o financiamento do custeio, da comercialização e dos investimentos necessários para a produção agroindustrial brasileira. Além disso, inclui, entre outros, o apoio aos serviços de assistência técnica e extensão rural, a garantia de preços e o seguro da produção agropecuária.

Contudo, o Inovagro financia somente até R\$ 1,3 milhão por cliente, mesmo no caso de cooperativas agroindustriais (para empreendimentos coletivos, o limite é de R\$ 3,9 milhões).

Estimativa de investimento em redes de internet banda larga no campo

Conforme foi explicado anteriormente, diversos fatores compõem os custos para a conectividade, os quais se tornam mais complexos em um ambiente como o rural, em que a topografia e a distância para *backbone* e *backhaul* dificultam a obtenção e a estabilidade da conexão rural.

Por meio de entrevistas com diversos agentes do mercado (operadoras de telefonia, fornecedores de tecnologia e especialistas), procurou-se obter uma referência de quais seriam os principais componentes para montar uma infraestrutura de conectividade para o ambiente rural, bem como estimar o custo mínimo necessário para sua instalação e manutenção.

O escopo desse levantamento limitou-se a fornecer a conectividade no campo, ou seja, contemplou a infraestrutura sem considerar os custos associados à exploração dessa conectividade. Logo, possíveis custos como instalação de terminais em máquinas agrícolas ou adoção de soluções de IoT não foram considerados.

Dessa forma, adotou-se a configuração a seguir:

- ERB (incluindo uma torre e três antenas);
- rede LTE 4G em 700 MHz com LTE, NB-IOT e LTE-M;
- infraestrutura (incluindo obra civil) para a instalação dos equipamentos de telecomunicação (abrangendo parte civil, elétrica,

climatização e energia com autonomia, em caso de falta de energia, por meio de baterias);

- *softwares* de gestão e controle;
- *backhaul* – enlace de rádio micro-ondas ao *backbone* (última milha); e
- serviços de instalação.

Um dos aspectos relevantes associados à infraestrutura de conectividade é topografia, pois impacta diretamente na área de cobertura da ERB. Em regiões de terrenos planos, a abrangência de uma rede LTE 4G pública em 700 MHz pode atingir até 40 mil hectares (soja, algodão, milho e cana-de-açúcar são culturas em terrenos razoavelmente planos). Já em outras localidades com um relevo mais irregular, a cobertura média pode cair para patamares até 15 mil hectares. Outros fatores também têm impacto direto na distância de cobertura, incluindo tipo de terminal utilizado, altura da antena, requisitos mínimos de qualidade etc.

Os custos associados a esse pacote tecnológico consideraram a premissa de otimização da infraestrutura. Há casos em que um potencial cliente adquire essa infraestrutura, mas ela é subaproveitada – por exemplo, a área do produtor rural é inferior à área de cobertura da torre. Logo, a tendência é que o custo por hectare aumente.

Com base em consultas aos diversos atores mencionados anteriormente, chegou-se às seguintes faixas de valores médios de *capex* (*capital expenditure*) e *opex* (*operational expenditure*): (i) investimento mínimo para a instalação de uma ERB deve ser em torno de R\$ 500 mil;⁷ e (ii) custo de operação e manutenção próximo a R\$ 5 mil/mês.

⁷ Esse custo de R\$ 500 mil é fruto de estimativas médias e, portanto, é apenas uma referência e não representa o custo real, que é naturalmente determinado pelas especificidades de cada projeto. Por exemplo, esse custo pode ser alterado caso a fazenda já possua uma torre instalada. Por outro lado, vale ressaltar que os custos associados às aplicações que usufruirão dessa conectividade não estão considerados.

Portanto, tendo em vista as diferentes capacidades de cobertura associadas ao tipo de relevo em que será realizado, pode-se assumir que esse investimento mínimo deve variar entre R\$ 10 e R\$ 40 por hectare que receberá o sinal de internet banda larga móvel, o que equivale, por exemplo, a somente 10% e 50% do valor de uma saca de soja.⁸ Como a produtividade média da soja no Brasil é de 3.208 kg/ha (ou cerca de 54,47 sacas de 60 kg por hectare), mesmo considerando o investimento mais elevado (R\$ 40/ha), ele já seria recuperado com um aumento de produtividade de apenas 1% no primeiro ano.

Essa análise se aplica apenas para o caso de investimentos em áreas contínuas, isto é, em que todos os usuários atendidos compartilharão os custos do investimento na conectividade. Quanto maior o número de usuários, contudo, mais complexos ficam os custos de transação e de organização do investimento, implicando, naturalmente, menor volume de investimentos, em redes públicas e privadas.

Assim, fica clara a razão pela qual a escala dos produtores rurais é fundamental para viabilizar a conectividade. Por isso, os produtores de grande porte lideram os investimentos na implantação de redes privadas, ou, mesmo, a aquisição de serviços de conectividade.

Uma vez que a instalação de uma infraestrutura de conectividade exige um investimento mínimo, levar a conectividade para áreas de menor porte pode ser extremamente custoso para seus produtores, pois não há a escala mínima necessária para torná-la viável.

A fim de obter um diagnóstico da significância desses produtores cujo porte deve severamente dificultar um investimento individual, realizou-se uma análise com base nos dados disponibilizados no Censo Agropecuário 2017.

⁸ Indicador do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (Cepea) da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (Esalq) – soja (Paraná): R\$ 84,64 (fechamento 14 nov. 2019).

Tabela 2 | Área dos estabelecimentos agropecuários no Brasil, 2017

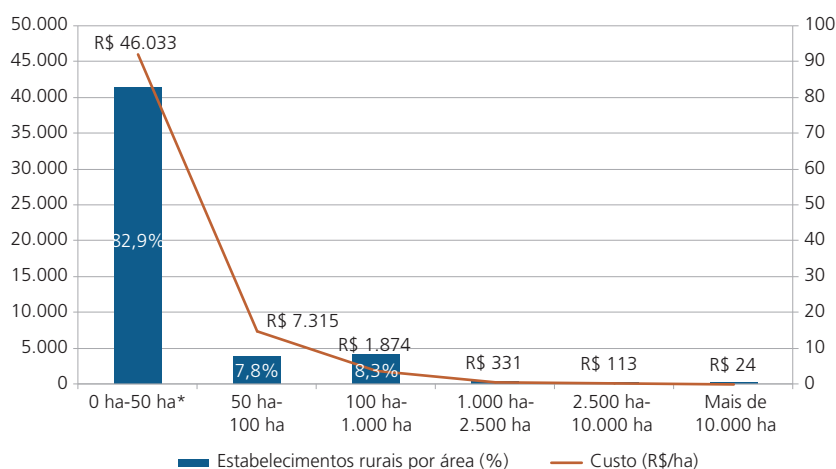
Grupos de área total	Área dos estabelecimentos agropecuários (ha)	Número de estabelecimentos agropecuários	Hectares por produtor
Mais de 0 ha a menos de 0,1 ha	3.264	74.379	0,04
De 0,1 ha a menos de 0,2 ha	7.586	54.438	0,14
De 0,2 ha a menos de 0,5 ha	58.493	174.299	0,34
De 0,5 ha a menos de 1 ha	207.970	303.316	0,69
De 1 ha a menos de 2 ha	593.953	468.288	1,27
De 2 ha a menos de 3 ha	749.072	336.993	2,22
De 3 ha a menos de 4 ha	840.160	260.945	3,22
De 4 ha a menos de 5 ha	964.885	220.309	4,38
De 5 ha a menos de 10 ha	4.568.586	650.714	7,02
De 10 ha a menos de 20 ha	10.205.797	730.662	13,97
De 20 ha a menos de 50 ha	26.661.932	855.865	31,15
De 50 ha a menos de 100 ha	26.942.917	394.157	68,36
De 100 ha a menos de 200 ha	29.380.636	218.758	134,31
De 200 ha a menos de 500 ha	44.875.314	147.083	305,10
De 500 ha a menos de 1.000 ha	38.001.742	54.878	692,48
De 1.000 ha a menos de 2.500 ha	51.848.684	34.338	1.509,95
De 2.500 ha a menos de 10.000 ha	63.733.495	14.415	4.421,33
A partir de 10.000 ha	51.645.332	2.450	21.079,73
Produtor sem área*	-	77.037	-
Total/média	351.289.816	5.073.324	69,24

Fonte: Censo Agropecuário 2017.

* Apicultores, extrativistas, criadores de animais em beira de estradas etc.

Com base na compilação desses dados, realizaram-se agrupamentos por faixa de hectares para mostrar o custo médio por hectare e a representatividade da quantidade de produtores para cada faixa de hectares (Gráfico 2).

Gráfico 2 | Ganhos de escala no investimento em conectividade no campo



Fonte: Elaboração própria, com base em entrevistas com agentes de mercado.

* Os números acima no denominador são de hectares médios.

Percebe-se que, para as três primeiras faixas (0 ha-50 ha; 50 ha-100 ha; e 100 ha-1.000 ha), o custo médio por hectare fica excessivamente elevado. Somando-se os estabelecimentos desses três grupamentos, chega-se a 99% do total do Brasil. Além disso, representam 52,4% da área total. Portanto, há uma quantidade imensa de produtores rurais representando uma parte significativa da área rural brasileira que não possuem área mínima suficiente para assumir de forma individual a implementação de uma infraestrutura de conectividade.

Logo, a escala torna-se barreira significativa para os pequenos e médios produtores rurais, que precisarão buscar formas de se organizar

coletivamente, como no caso das cooperativas agroindustriais, e assim viabilizar o investimento em conectividade.

Ações do BNDES para fomento à agricultura 4.0

O apoio do BNDES à modernização do complexo agroindustrial brasileiro é antigo. Por meio de linhas próprias e das disponibilizadas anualmente pelo Plano Safra, o Banco apoia os investimentos de produtores agrícolas, empresas e cooperativas agroindustriais, de todos os portes, de forma direta ou por intermédio de seus agentes financeiros. Em 2018, o BNDES desembolsou R\$ 14,7 bilhões para a agropecuária e R\$ 20,4 bilhões para o agronegócio.

Além de financiar os investimentos no campo, nos últimos anos, o Banco tem incentivado também a adoção da agricultura 4.0 nas propriedades rurais. O primeiro projeto com essa finalidade aprovado no BNDES, em 2015, consistiu em uma parceria entre o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações (CPqD) com o Grupo São Martinho, com o objetivo de desenvolver e implantar plataforma de comunicação e sensoriamento integrada para a produção de cana-de-açúcar, baseada nas tecnologias LTE e RFID, de modo a assegurar: (i) tomada de decisão em tempo real; (ii) rastreamento da colheita, transporte e pesagem; e (iii) otimização e uso da frota e logística de abastecimento. Esse projeto pioneiro tornou-se referência na adoção da agricultura 4.0 no Brasil, estimulando outras empresas agroindustriais a adotarem tecnologias semelhantes.

Em 2016, o BNDES, em parceria com o então Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), lançou a Chamada Pública BNDES/FEP 1/2016 – Internet das Coisas, para selecionar uma proposta de realização de estudos técnicos independentes com o objetivo de formular diagnóstico e proposição de políticas públicas no tema IoT. Como resultado, foi selecionada a proposta do consórcio formado por McKinsey & Company, Fundação CPqD e Pereira Neto | Macedo.

O estudo foi organizado em quatro fases: (i) diagnóstico geral e aspiração para o Brasil; (ii) seleção de verticais e horizontais; (iii) aprofundamento e elaboração de plano de ação (2018-2022); e (iv) detalhamento das principais iniciativas do plano de ação.

Ao longo das quatro fases do projeto, foram elaborados 14 relatórios pelo consórcio.⁹ Como resultado, foi produzido o estudo “Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil” (MCKINSEY; FUNDAÇÃO CPQD; PEREIRA NETO | MACEDO, 2018), que serviu de base para o Plano Nacional de Internet das Coisas. O plano de ação permite ao país estabelecer com clareza os principais gargalos para que seja protagonista no desenvolvimento de IoT e propõe resoluções para eles.

Durante a fase de diagnóstico do ambiente rural, foi realizado, em agosto de 2017, um *workshop* de dois dias na sede do BNDES, com a presença de mais de cem participantes, entre os quais representantes dos usuários de tecnologia, fornecedores e instituições que atuam no setor.

Em razão da diversidade de características da produção agropecuária brasileira, esse *workshop* foi dividido em quatro painéis: (i) proteína animal;

⁹ Os relatórios produzidos estão disponíveis em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/estudo-internet-das-coisas-iot/estudo-internet-das-coisas-um-plano-de-acao-para-o-brasil>.

(ii) culturas anuais (grãos e algodão); (iii) frutas, legumes e verduras; e (iv) culturas de ciclo longo (cana-de-açúcar e silvicultura).

Em todos esses painéis, a ausência ou limitação de conectividade foi colocada como a principal barreira para a expansão do uso de IoT. Outro fator relevante apontado foi a dificuldade de percepção de valor, por parte dos produtores rurais, do investimento necessário para adoção da IoT. Ademais, relataram-se a inexistência (ou percepção de inexistência) de linhas de financiamento para aquisição de serviços de IoT e a falta de incentivos e investimentos para desenvolvimento de tecnologias de ponta no setor.

Nesse contexto, foi criada a Chamada BNDES Pilotos IoT, com o objetivo de selecionar projetos-piloto de testes de soluções tecnológicas de IoT nos três ambientes priorizados: (i) cidades; (ii) saúde; e (iii) rural. A participação do Banco, com recursos não reembolsáveis, poderia chegar a 50% dos itens financiáveis, atingindo um total de R\$ 30 milhões.¹⁰

Para o ambiente rural, foram destinados R\$ 10 milhões para apoio, sendo selecionados nove projetos-piloto, apresentados em quatro planos de projetos-piloto. Até o fim de julho de 2020, três desses planos de projetos, englobando seis projetos-piloto, já haviam sido contratados pelo BNDES, depois de alguns ajustes e maior detalhamento deles.

Para aumentar a adoção das tecnologias da agricultura 4.0, o Banco criou, em 2019, uma linha específica para financiar os serviços tecnológicos, incluindo, no campo, o BNDES Crédito Serviços 4.0. Esse produto prevê o apoio à contratação de serviços tecnológicos, prestados

¹⁰ De forma a não pulverizar muito os recursos disponíveis, o valor mínimo de apoio do BNDES a cada plano de projetos-piloto foi de R\$ 1 milhão.

de forma pontual ou continuada, havendo necessidade apenas de que esses serviços estejam cadastrados no Credenciamento de Fabricantes Informatizado (CFI) do Sistema BNDES.¹¹

Além de apoiar o financiamento para desenvolvimento e adoção de pacotes tecnológicos, o Banco apoia a inovação também via participação acionária e de fundos de investimento. Entre os fundos que podem apoiar empresas com alto potencial de crescimento, incluindo aquelas voltadas para atender às demandas do agronegócio, estão o Criatec, o Primatec e o Fundo de Coinvestimento Anjo.¹²

Quanto à oferta de infraestrutura de telecomunicações, vale destacar o apoio do BNDES aos investimentos no setor. Em números agregados, os financiamentos do Banco aos projetos de telecomunicações foram superiores a R\$ 20 bilhões no período de 2010 a 2019, acelerando os investimentos em banda larga fixa e móvel.

Destaca-se o apoio aos pequenos provedores regionais, que têm desempenhado um papel importante para levar banda larga a cidades com menor densidade populacional e maior relevância para o agronegócio. Para esse grupo, já foram destinados mais de R\$ 600 milhões em desembolso, apoiando mais de 1.900 provedores (desde 2007), em cerca de 1.200 municípios.

Parte desses investimentos conta com recursos do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações (Funttel), ajudando ainda a fortalecer a cadeia local de equipamentos e fibra ótica com tecnologia desenvolvida no país.

11 O regulamento para credenciamento no CFI está disponível, no site do BNDES, em: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/servicos-online/credenciamento-de-equipamentos>.

12 Ver mais detalhes no site do BNDES, em BNDES Garagem: <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/onde-atuamos/inovacao/bndes-garagem>.

Sugestões de políticas públicas

Com alinhamento ao diagnóstico do Plano Nacional de IoT e às diretrizes indicadas no Projeto de Lei 355, de 2019 (BRASIL, 2019), referente à Política Nacional de Incentivo à Agricultura e Pecuária de Precisão, existe ótima oportunidade de adequação do Inovagro como uma das principais linhas de financiamento capazes de alavancar o desenvolvimento da IoT no ambiente rural.

Nesse contexto, nas discussões sobre o Plano Safra 2019-2020, o BNDES propôs a elevação do valor máximo de financiamento para cooperativas, ou empreendimentos coletivos, para R\$ 20 milhões. Com esse novo limite, será possível incentivar que as cooperativas exerçam papel de liderança na expansão da conectividade no ambiente rural para os produtores de menor capacidade de investimento, viabilizando escala suficiente tanto para adquirir serviços das operadoras quanto para investir em redes próprias.

Pela complexidade de organizar coletivamente um grande número de produtores rurais de forma a viabilizar a instalação de uma rede de conectividade, a negociação por meio de cooperativas pode ser uma forma de agregar a demanda e viabilizar a disponibilização da infraestrutura pelas operadoras.

As cooperativas agropecuárias, ou agroindustriais (quando têm atividades industriais correlatas à produção), são formadas por produtores rurais, com o objetivo de ganhar escala na venda de produtos, na compra de insumos e na prestação de assistência técnica. Em muitos casos, a escala obtida na comercialização dos produtos agropecuários possibilita a industrialização, agregando um valor ainda maior para os associados.

Em 2018, existiam mais de 1.600 cooperativas agroindustriais em atividade no Brasil, faturando mais de R\$ 167 bilhões e contando com mais de 1 milhão de associados e quase 210 mil empregados (SISTEMA OCB, 2019).¹³

Outra proposta, apresentada pela Anatel com colaboração do BNDES, foi a utilização dos recursos do Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust) como fonte de empréstimos incentivados para projetos de ampliação dos acessos de banda larga em áreas de menor atratividade para o mercado, claramente com vocação de atender aos investimentos em áreas rurais. Os recursos do Fust poderiam ser administrados pelo banco de fomento¹⁴ e operado em conjunto com outros agentes financeiros. Sua utilização na modalidade reembolsável teria impacto fiscal reduzido e cumpriria sua função original de levar os serviços de comunicações para as regiões de menor interesse privado.

Conclusão

São diversas as possibilidades de aplicação das novas TICs na agropecuária, e as potencialidades de impacto na produção são imensas, por meio de ganhos de produtividade e de reduções de custo. Não menos importante é a possibilidade de minimização de impactos ambientais, tal como a redução de uso de água e de emissões de CO₂, e ainda há os

¹³ Para o faturamento, a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) considerou apenas as receitas (ingressos) de 520 cooperativas agroindustriais.

¹⁴ Composto da cobrança mensal de 1% da Receita Operacional Bruta das prestadoras de serviços de telecomunicações, deduzidos os pagamentos de impostos. Além de receber também recursos do Fundo de Fiscalização das Telecomunicações (Fistel), o Fust foi criado para expandir a infraestrutura de telecomunicações em regiões menos competitivas. No entanto, em razão do cenário fiscal desfavorável, os recursos do fundo vêm sendo contingenciados em sua totalidade nos últimos anos.

ganhos sociais advindos da maior disponibilidade de internet no campo, minimizando o êxodo rural.

Contudo, o requisito fundamental para a adoção desses avanços tecnológicos está no acesso à conectividade, e os dados expostos neste trabalho apontam para um quadro de baixos investimentos e reduzida cobertura de internet no campo.

Dentre os motivos que determinam esse cenário, destaca-se a dificuldade de levar internet para os produtores de pequeno e médio porte, cuja escala de produção inviabiliza os investimentos em conectividade.

Os custos de instalação de rede estimados neste trabalho apontam para valores, quando ponderados pela área de hectares coberta pelo sinal, relativamente baixos, sendo acessíveis pela maior parte dos produtores rurais. Contudo, pelo fato de o investimento mínimo em uma infraestrutura de rede de internet atingir, pelo menos, em torno de 15 mil hectares, esse baixo custo de investimento só é possível no caso de áreas contínuas, isto é, em que todos os usuários atendidos compartilharão os custos do investimento na conectividade.

Assim, fica evidente a importância da escala dos produtores rurais para viabilizar a conectividade, razão pela qual os produtores de grande porte lideram os investimentos na implantação de redes privadas, ou mesmo a aquisição de serviços de conectividade.

Por outro lado, quanto maior o número de usuários na mesma área atendida pela rede de internet, como no caso dos produtores de menor porte, os custos de transação são maiores e o investimento é mais organizado, o que gera tendência de menores investimentos.

Portanto, é importante que se considere a possibilidade de criação e implementação de políticas públicas, como as sugeridas neste trabalho,

que estimulem investimentos compartilhados de redes de internet (seja por meio de empreendimentos coletivos, seja por intermédio de cooperativas agroindustriais) e, assim, contribuam para destravar a difusão da agricultura 4.0 no Brasil.

Referências

ACESSO à Internet e à televisão e posse de telefone móvel celular para uso pessoal 2018. *Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101705>. Acesso em: 21 maio 2020.

ANATEL – AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. *Telefonia móvel – municípios atendidos*. [S.l.], 19 jun. 2018. (Última atualização em 13 jul. 2020). Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/setorregulado/component/content/article/115-universalizacao-e-ampliacao-do-acesso/telefonia-movel/423-telefonia-movel-municipios-atendidos>. Acesso em: 22 jun. 2020.

BRASIL. *Decreto 7.175, de 12 de maio de 2010*. Institui o Programa Nacional de Banda Larga – PNBL. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7175.htm. Acesso em: 18 set. 2019.

BRASIL. Câmara dos Deputados. *Projeto de Lei 355, de 2019*. Institui a Política Nacional de Incentivo à Agricultura e Pecuária de Precisão. Disponível em: https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=B5BCD4B01D8627F8F3E2AC7D8C55E6AF.proposicoesWebExterno1?codteor=1709916&filename=Avulso+-PL+355/2019. Acesso em: 3 set. 2020.

CARVALHO, A. Y.; MENDONÇA, M. J.; SILVA, J. J. *Avaliando o efeito dos investimentos em telecomunicações sobre o PIB*. Brasília; Rio de Janeiro: Ipea, set. 2017. (Texto para Discussão, n. 2.336).

MACEDO, H. R.; CARVALHO, A. X. Y. *Aumento do acesso à Internet em banda larga no Brasil e sua possível relação com o crescimento econômico: uma análise de dados em painel*. Rio de Janeiro: Ipea, maio 2010. (Texto para Discussão, n. 1.494).

MCKINSEY; FUNDAÇÃO CPQD; PEREIRA NETO | MACEDO. *Produto 9A*. Relatório Final do Estudo Internet das Coisas: um plano de ação para o Brasil. [S.l.]: BNDES; MP; MCTI, jan. 2018. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/d22e7598-55f5-4ed5-b9e5-543d1e5c6dec/produto-9A-relatorio-final-estudo-de-iot.pdf?MOD=AJPERES&CVID=m5WVllD?>. Acesso em: 1º nov. 2019.

PAZOTTO, R. S.; AMORIM, M. C. S.; MORGADO, F. O. Impacto das tecnologias da informação e comunicação no PIB brasileiro: exercícios com o modelo de Paul Romer. *Análise*, Porto Alegre, v. 24, n. 1, p. 67-78, jan.-abr. 2013.

PECUÁRIA digital faz renovação no campo e engorda lucro. *Estadão*, São Paulo, Especial Agronegócio, 28 out. 2019. Disponível somente para assinantes, em: <https://arte.estadao.com.br/economia/geral/pecuaria-digital/>. Acesso em: 28 out. 2019.

PRODESP – COMPANHIA DE PROCESSAMENTO DE DADOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Blockchain e o futuro da confiança nas transações. *Tendências*, [s.l.], 21 jun. 2018. Disponível em: http://www.prodesp.sp.gov.br/tendencias/Tend%C3%AAncias_Blockchain.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.

SCHUMPETER, J. A. *The theory of economic development*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1934.

SISTEMA OCB. *Anuário do Cooperativismo Brasileiro 2019*. 3ª versão. Brasília, 2019. Disponível em: <https://www.ocb.org.br/publicacao/53/anuario-do-cooperativismo-brasileiro-2019>. Acesso em: 26 nov. 2019.