

TEXTO PARA DISCUSSÃO

2765

EXPANSÃO DA PRODUÇÃO
AGRÍCOLA, NOVAS TECNOLOGIAS
DE PRODUÇÃO, AUMENTO DE
PRODUTIVIDADE E O DESNÍVEL
TECNOLÓGICO NO MEIO RURAL

CAROLINE NASCIMENTO PEREIRA
CÉSAR NUNES DE CASTRO



NACIONES UNIDAS

CEPAL



**EXPANSÃO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA,
NOVAS TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO,
AUMENTO DE PRODUTIVIDADE E O
DESNÍVEL TECNOLÓGICO
NO MEIO RURAL**

CAROLINE NASCIMENTO PEREIRA¹

CÉSAR NUNES DE CASTRO²

1. Assessora técnica no Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE); e doutora em desenvolvimento econômico.

2. Especialista em políticas públicas na Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea; e doutor em geografia.

Governo Federal

Ministério da Economia

Ministro Paulo Guedes

ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente

ERIK ALENCAR DE FIGUEIREDO

Diretor de Desenvolvimento Institucional

ANDRÉ SAMPAIO ZUVANOV

**Diretor de Estudos e Políticas do Estado,
das Instituições e da Democracia**

FLÁVIO LYRIO CARNEIRO

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
MARCO ANTÔNIO FREITAS DE HOLLANDA CAVALCANTI

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

NILO LUIZ SACCARO JÚNIOR

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de
Inovação e Infraestrutura**

JOÃO MARIA DE OLIVEIRA

Diretor de Estudos e Políticas Sociais

HERTON ELLERY ARAÚJO

**Diretor de Estudos e Relações Econômicas e
Políticas Internacionais (substituto)**

JOSÉ EDUARDO MALTA DE SÁ BRANDÃO

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

ANDRÉ REIS DINIZ

OUVIDORIA: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2022

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

Programa executivo de cooperação entre a CEPAL e o Ipea em Políticas Públicas para o Desenvolvimento Econômico, Social e Ambiental do Brasil e da América Latina Orientadas pela Agenda 2030 das Nações Unidas e pelas propostas dos Desafios para a Nação Brasileira do Ipea.

JEL: Q10; Q11; Q16.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2765>

SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 ESTUDOS DE PROJEÇÕES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL E NO MUNDO	8
3 O PAPEL DA PRODUÇÃO BRASILEIRA NA PRODUÇÃO E DEMANDA MUNDIAL.....	19
4 TECNOLOGIAS UTILIZADAS OU EM PROSPECÇÃO PARA GANHOS DE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA.....	40
5 DESIGUALDADE TECNOLÓGICA RURAL.....	50
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
REFERÊNCIAS.....	66
APÊNDICE.....	71

SINOPSE

A crescente demanda por alimentos e energia, face ao aumento populacional, é um tema cada vez mais presente nos debates sobre agricultura. No século passado, inovações foram fundamentais para atender ao crescimento populacional, como a Revolução Verde e sua importância para a introdução da agricultura de larga escala no interior do Brasil, tornando o país um exportador de alimentos. A preocupação com o aumento do consumo persiste, somada às preocupações quanto ao clima e à desertificação de áreas em todo o mundo, o que impõe uma nova onda de inovações e soluções para atender à demanda presente e futura. A agricultura digital, ou também conhecida como Agricultura 4.0, tem sido apontada como possível solução para os atuais e futuros problemas do setor, baseada em uma agricultura de precisão e novas tecnologias, poupando recursos, reduzindo custos e ampliando produtividade. Entretanto, as novas tecnologias não são acessíveis a todos os agricultores, visto que grande parte destas tecnologias depende de infraestrutura de internet, a qual ainda é precária em grande parte do Brasil, além de ter um custo de acesso muitas vezes inviável para o pequeno produtor.

Palavras-chave: projeção agrícola; inovação agrícola; Agricultura 4.0; pequeno produtor.

ABSTRACT

The growing demand for food and energy, in the face of population growth, is an increasingly present theme in debates about agriculture. In the last century, innovations were fundamental to achieve population growth, such as the Green Revolution and its importance for the introduction of large-scale agriculture in the interior of Brazil, making the country a food exporter. The concern with increased consumption persists, added to concerns about the climate and desertification of areas around the world, which imposes a new wave of innovations and solutions to achieve present and future demand. Digital agriculture, or also known as Agriculture 4.0, has been pointed out as a possible solution to the current and future problems of the sector, based on precision agriculture and new technologies, saving resources, reducing costs and increasing productivity. However, new technologies are not accessible to all farmers, as most of these technologies depend on internet infrastructure, which is still precarious in much of Brazil, in addition to having an access cost that is often unfeasible for small producers.

Keywords: crop projections; innovation; Agriculture 4.0; small farmer.

1 INTRODUÇÃO

A disponibilidade de novas áreas aptas à agricultura, suficientes para atender à demanda potencial por alimentos e energia, uma das consequências do aumento populacional, é um tema recorrente no debate atual sobre a produção mundial de alimentos nos próximos anos. A população atual contabiliza 7,9 bilhões de pessoas, sendo que, há cinquenta anos, em 1970, a população era de 3,7 bilhões de pessoas, segundo o World Development Indicators (WDI)¹ do Banco Mundial. Segundo estimativas da Organização das Nações Unidas (ONU), a população mundial será de 9,7 bilhões de habitantes em 2050 e poderá alcançar 11 bilhões em 2100.²

O aumento populacional é significativo e com impactos no longo prazo, resultando no consumo crescente dos recursos naturais, como recursos hídricos, entre outros. A questão se torna mais complexa quando se observa que o crescimento acontece de modo desigual, concentrando-se nas regiões mais pobres (Liu *et al.*, 2018). O aumento populacional trará impactos sociais e ambientais, principalmente nesses países, impactando nas mudanças climáticas, na formação de megacidades, poluição, entre outros problemas que precarizam as condições de vida da população (Massruhá *et al.*, 2020a).

Outro ponto, apontado pela OECD (2020) e a ONU (2020), é que os países com maior tendência de crescimento populacional não são, em sua maioria, grandes produtores de alimentos – são, ao contrário, importadores que demandarão crescentes volumes de alimentos de países produtores. Os desafios para a agricultura são imperiosos considerando o cenário futuro, demandando ganhos de produtividade e redução de custos, combinada com a conservação dos recursos naturais.

Entretanto, os países produtores, que conseguem produzir em grande escala, são poucos e possuem cada vez menos áreas disponíveis para a expansão agrícola (Freitas e Mendonça, 2016). Assim, lugares com abundância de terras, água e biodiversidade, como a América Latina e, principalmente, o Brasil são altamente atrativos para investidores e produtores. Segundo Graesser *et al.* (2015), a América Latina é a região no planeta com o melhor potencial remanescente para a expansão agrícola.

O Brasil até os anos 1960 também foi um importador de alimentos (Vieira Filho, 2016), tendo ganhado espaço na produção mundial após fortes investimentos públicos baseados na tríade pesquisa agropecuária, assistência técnica e crédito rural. Além disso, foram criadas políticas de ocupação territorial, as quais, em conjunto, ficaram conhecidas como Revolução Verde, que introduziu tecnologias agrícolas e promoveu ganhos significativos na produtividade, fazendo com

1. Disponível em: <<https://datatopics.worldbank.org/world-development-indicators/>>.

2. Disponível em: <<https://bit.ly/3IREd7Q>>.

que área agrícola e produtividade expandissem mais rápido do que em qualquer lugar do mundo (Graesser *et al.*, 2015). O produto da agropecuária cresceu entre 1975 e 2014 mais de quatro vezes, com crescimento anual de 3,83%, baseado principalmente nos ganhos de produtividade, com exceção do período entre 1980 e 1990, quando ocorreu o predomínio do crescimento por expansão de área (Gasques *et al.*, 2016).

Os ganhos crescentes ocorridos na produção, no período mencionado, levaram o Brasil a se tornar, a partir dos anos 1990, um grande exportador de soja, café, açúcar, milho, algodão e suco de laranja. A partir dos anos 2000, o Brasil também se tornou um grande exportador de carne bovina (Vieira Filho, 2018).

O crescimento na capacidade produtiva agrícola possui ganhos inegáveis do ponto de vista econômico para a balança comercial brasileira e para a autossuficiência alimentar do país, porém, os impactos ambientais também podem ser substantivos, se o crescimento não for baseado em forte uso de tecnologias, o que pouparia o maior uso de terras. Spera (2017) coloca que, entre 2000 e 2016, o Cerrado teve mais de 5,5 milhões de hectares convertidos para agricultura de larga escala. Em 2010, foi criado o Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e Incêndios do Cerrado,³ como parte da política nacional do Brasil de mudança climática com objetivo de introduzir medidas de conservação desse bioma.

Desse modo, como a agricultura é a principal atividade fornecedora de alimentos e exerce pressão sobre o uso da terra, cabe analisar e sistematizar as projeções de produção agrícola, demandas nacional e mundial, e qual o papel do Brasil neste cenário. A partir disso, pretende-se avaliar como o Brasil vem atuando para mitigar os impactos do crescimento agrícola, com tecnologias e melhor uso da terra na atividade agrícola. Entre as tecnologias, podemos citar recuperação de pastagens degradadas, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), sistemas agroflorestais, sistemas de plantio direto (SPDs), entre outros.

Dentro desse cenário de aumento populacional e maior demanda por alimentos é importante considerar as diretrizes presentes no Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) sob coordenação da ONU, voltada para uma relação equilibrada entre população, ambiente e produção, com objetivo de garantir até 2030 um planeta mais próspero, equitativo e saudável.

Nesse sentido, muitos desafios são colocados caso se deseje atender, para a realidade brasileira, os ODS relacionados à produção agropecuária. O cenário exposto ao longo deste *Texto para Discussão* com relação às perspectivas de expansão da produção agrícola brasileira

3. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/2011/_arquivos/ppc cerrado_201.pdf>.

e da difusão de novas tecnologias de produção pelo meio rural carrega em si o risco de uma expansão agravante das desigualdades existentes, intra e inter-regional, no âmbito do setor agrícola, especialmente “dentro da porteira” nacional.

No universo dos estabelecimentos agropecuários brasileiros, coexistem múltiplas realidades produtivas, tecnológicas, de renda, entre outras. Num cenário de expansão da produção e de inovação e difusão tecnológica, muitos produtores correm o risco de serem, parcial ou totalmente, excluídos do processo. Considerar e avaliar esse risco consiste em objetivo secundário deste texto.

Enfim, ante o exposto nesta introdução, para atender aos objetivos propostos requer-se estudar e analisar o cenário agrícola mundial e o papel do Brasil entre os principais produtores agrícolas mundiais, considerando os impactos no uso da terra e no meio ambiente. Pretende-se também analisar diferentes projeções sobre a produção agrícola mundial e nacional no período de 2020 a 2029, mapear e sistematizar tais projeções da produção agrícola mundial e nacional, conjugar a análise prospectiva da produção com as perspectivas tecnológicas para o período e sua relação com o aumento da produtividade e promoção da sustentabilidade produtiva. Por fim, avaliar-se-á as perspectivas do risco de exclusão de ampla parcela dos agricultores brasileiros das benesses do processo expansivo da produção e possíveis medidas mitigadoras de tais riscos.

2 ESTUDOS DE PROJEÇÕES DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO BRASIL E NO MUNDO

O aumento populacional é significativo e com impactos no longo prazo, resultando no consumo crescente dos recursos naturais, como recursos hídricos, reservas minerais, terras, entre outros. Inclusive, há o agravante do crescimento populacional mais intenso em regiões mais pobres, como Sul da Ásia, Ásia Ocidental e Sudeste Asiático, incluindo países como Índia, China, Paquistão e Indonésia (Liu *et al.*, 2018; Fukase e Martin, 2016). O adensamento populacional em determinadas regiões e países acarreta o maior uso dos recursos nestas localidades, os quais muitas vezes possuem uma estrutura produtiva frágil para atender sua população de modo equânime e sustentável.

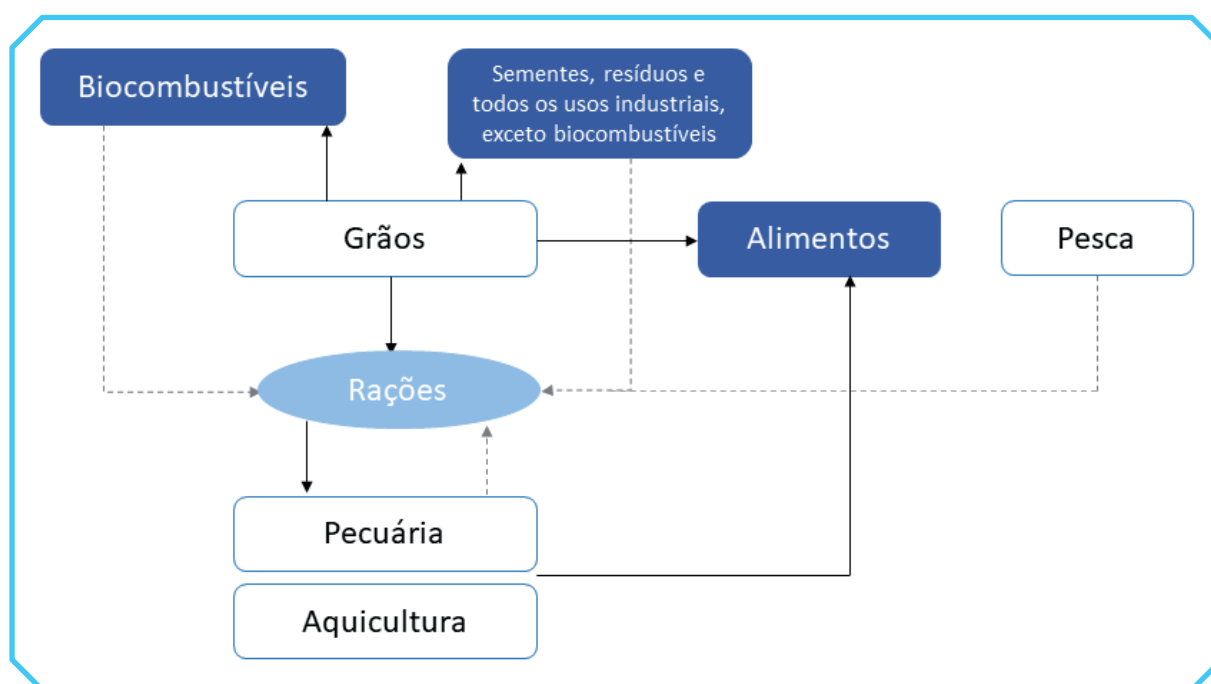
TEXTO para DISCUSSÃO

A agropecuária, em seu conjunto, utiliza muito dos grãos produzidos no Brasil, como soja e milho. A ração destinada aos bovinos, suínos e aves, produtos de grande destaque na pauta de exportações do Brasil, utiliza em grande medida esses produtos. A figura 1 mostra os principais fluxos, considerando os setores de grãos, pecuária, aquicultura e pesca, nas caixas em branco. As caixas em verde representam categorias de uso final (biocombustíveis, alimentos e outros), e o círculo representa o uso intermediário, no caso, as rações.

As linhas sólidas representam os principais fluxos e as linhas tracejadas, fluxos secundários. Os grãos são importantes também para o setor de biocombustíveis. A produção de milho, por exemplo, é amplamente utilizada na fabricação de etanol, assim como é relevante para a indústria de rações e para a indústria de alimentos, não somente no consumo direto, mas como insumo para a indústria alimentícia, na fabricação de alimentos ultraprocessados.

FIGURA 1

Principais *commodities* utilizadas no setor agrícola



Fonte: OCDE e FAO (2020).

Assim, é possível entender a demanda intensa por grãos como soja e milho e a necessidade de aumentar a produtividade, visto que quanto mais as pessoas aumentam sua renda ou ampliam suas condições de vida, elas intensificam o consumo de carne, peixes ou produtos industrializados, os quais, em diferentes medidas, utilizam grãos em sua cadeia produtiva. Isso vem ocorrendo em todo o mundo, principalmente nos últimos anos, com o crescimento da renda mundial, nos

países mais populosos, como China e até mesmo o Brasil, que nos últimos anos havia experimentado uma ampliação da sua classe média, o que significou aumento de renda e maior consumo de determinados tipos de produtos. E, mesmo diante da crise sanitária provocada pela covid-19 (Freitas, 2021), as projeções dos principais estudos, citados a seguir, apontam crescimento no consumo de produtos agrícolas para a próxima década.

A Food and Agriculture Organization (FAO) da ONU faz projeções regularmente sobre a produção agrícola mundial e a demanda por alimentos. Neste estudo, foram selecionados quatro artigos elaborados por Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) e FAO para serem analisados. Os três primeiros apresentam uma projeção para os dez anos subsequentes somado a um capítulo especial sobre uma região específica a ser analisada. Em OECD e FAO (2017) foi escolhido o Sudeste Asiático, em OECD e FAO (2018) selecionou-se Oriente Médio e Norte da África e em OECD e FAO (2019) a região escolhida foi a América Latina. OECD e FAO (2020), lançado em 2020, contém projeções para a década 2020-2029.

O estudo de OECD e FAO (2017) foi feito no ano que se obteve recorde na produção e estoques abundantes para maioria das *commodities*, ou seja, 2016, o que resultou na manutenção dos preços no mercado internacional bem abaixo dos picos alcançados na década anterior, quando ocorreu a alta das *commodities* por volta de 2008. Os preços médios de cereais, carne e produtos derivados de leite seguiam caindo, enquanto preços de oleaginosas, óleos vegetais e açúcar viram uma pequena retomada em 2016.

Para a década vigente (2017-2026), uma redução considerável foi a demanda esperada. Nos anos anteriores, a demanda foi puxada pelo aumento da renda *per capita* na China, que elevou o consumo de carne e peixe, impactando na demanda por rações. Além do setor de biocombustíveis, em que o uso de insumos cresceu quase 8% ao ano.

Em OECD e FAO (2017), bem como nos subsequentes, fala-se no desaceleramento do crescimento da demanda por alimentos para quase todas as *commodities*. Entretanto, a base de comparação é a década anterior, em que o mundo viveu o *boom* das *commodities*: tal feito não é esperado mais nesta década. O consumo de carne é projetado para ser também limitado, visto que a preferência dos consumidores dos países ricos vem se alterando, além de fatores como renda baixa e restrições no lado da oferta. O consumo de calorias adicionais e proteínas são esperadas de virem de óleos vegetais, açúcares e produtos derivados do leite.

Até 2026, a disponibilidade de calorias é projetada para alcançar 2.450 kcal por dia na média dos países menos desenvolvidos e exceder 3.000 kcal nos países em desenvolvimento. Ainda,

a insegurança alimentar permanecerá um problema global e a coexistência de desnutrição/subnutrição será um desafio em muitos países.

O crescimento na demanda por etanol e biodiesel, que vinha forte da última década, enfraquecerá, dado os menores incentivos às políticas governamentais para o uso de biocombustíveis. Ainda assim, de acordo com a projeção, os preços de energia vão aumentar, e a demanda por milho e cana para etanol e óleo vegetal para biodiesel crescerá devagar, exceto nos países em desenvolvimento, onde o crescimento da demanda será guiado por políticas domésticas.

OECD e FAO (2017) ressaltam um ponto importante sobre o crescimento na produção agrícola, que será puxada principalmente pela produtividade, porém com sutil diminuição no crescimento. A área global de cereais crescerá marginalmente, enquanto uma nova expansão da área de soja é projetada para satisfazer a demanda por ração animal e óleo vegetal. A produção de carne sofrerá aumento no volume produzido puxado por ampliação dos rebanhos e por maior produção animal, porém com heterogeneidades produtivas persistentes, com mais de 50% do aumento na produção de carne puxado por carne de frango.

A importação de alimentos tem se tornado muito importante para a segurança alimentar, particularmente na África Subsaariana, Norte da África e no Oriente Médio. Enquanto para alguns países isso pode refletir alta demanda, mas insuficientes recursos naturais para produzir alimentos domesticamente, em outros casos pode indicar problemas de desenvolvimento agrícola.

As exportações líquidas são projetadas para aumentar a partir das Américas, Europa Oriental e Ásia Central, enquanto importações líquidas são esperadas para crescer nos países asiáticos e africanos. As exportações permanecerão concentradas em poucos países exportadores, contrastando com ampla dispersão dos importadores, com possíveis implicações nos mercados mundiais para choques de oferta, decorrentes de fatores naturais e políticos, em vez de choques de demanda.

OECD e FAO (2018) foi elaborado após exatamente dez anos da alta das *commodities* de 2007/2008. As condições dos mercados agrícolas atuais estão muito diferentes da década de 2000-2010. A produção cresceu consideravelmente e em 2017 alcançou níveis recordes para muitos cereais, carnes, derivados do leite e pescados. Ao mesmo tempo, o crescimento da demanda é menor do que na década de 2000-2010, quando havia o ímpeto do consumo impulsionado pelo crescimento da renda *per capita* na China, levando ao aumento na demanda do país por carne, peixe e ração animal. O crescimento chinês não é o mesmo de outrora. Como resultado, os preços das *commodities* agrícolas são esperados para se manterem em um patamar baixo, e os atuais altos níveis de estoques tornam improvável uma recuperação nos preços.

A persistência de uma demanda enfraquecida é esperada na atual década. Ainda assim, o aumento da população será o principal responsável do crescimento do consumo para maior parte das *commodities*, ainda que a taxa de crescimento populacional tenha previsão de declínio. Além disso, a estabilidade do consumo *per capita* de muitas *commodities* é esperado no nível global, principalmente para alimentos básicos como cereais, raízes e tubérculos, os quais já apresentam níveis de consumo perto do nível de saturação em muitos países. Como alertado em OECD e FAO (2017), o crescimento na demanda por carne está reduzindo, imposto pela alteração nas preferências e restrições de renda, enquanto a demanda por produtos de origem animal como laticínios tem projeção de expansão rápido na próxima década.

Para os cereais e as oleaginosas, a principal origem do crescimento da demanda será oriunda da alimentação animal, seguida pelo consumo humano. Uma grande parte da demanda adicional por alimentação animal continuará a vir da China. Entretanto, a demanda por alimentação animal é projetada para diminuir globalmente, como citado no parágrafo anterior, apesar da intensificação da pecuária. De toda forma, a demanda adicional por alimentos originará principalmente nas regiões com crescimento populacional alto como África Subsaariana, Índia, Oriente Médio e Norte da África.

O comércio internacional será marcado por exportações líquidas crescentes nos países e regiões com abundância de terras, principalmente nas Américas. Por sua vez, os países do Oriente Médio, norte da África, África Subsaariana e Ásia tenderão a aumentar suas importações líquidas. Para quase todos os produtos agrícolas, as exportações foram projetadas para se manterem concentradas entre grupos estáveis de países exportadores, com exceção da presença emergente da Rússia e Ucrânia no mercado mundial de cereais. A alta concentração de mercados de exportação pode aumentar a suscetibilidade dos mercados mundiais para choques de oferta, decorrentes de fatores naturais e políticos.

No Oriente Médio e Norte da África haverá aumento na demanda por alimentos. Devido aos limitados recursos naturais, como terra e recursos hídricos, observa-se o aumento da dependência pela importação de *commodities* básicas. Com isso, muitos países gastam grande parte de seus ganhos de exportação em importação de alimentos.

Um problema apontado se refere à segurança alimentar, colocada em risco por conflitos e instabilidade política. Uma abordagem alternativa para a problemática da segurança alimentar seria reorientar as políticas de apoio à produção de cereais para o desenvolvimento rural, redução da pobreza e apoio à produção de produtos de alto valor da horticultura. Segundo OECD e FAO (2018), esta mudança contribuiria para dietas mais diversificadas e saudáveis.

TEXTO para DISCUSSÃO

Assim como os demais, OECD e FAO (2019) realizam uma análise prospectiva para o período 2019-2028 para os mercados de *commodities* agrícolas nos níveis global, nacional e regional, porém, nesta edição há um foco na América Latina e Caribe. Neste número, elaborado antes da pandemia de covid-19, havia a projeção de que os preços da maioria das *commodities* agrícolas, puxada pela alta na oferta dos últimos anos, se manteriam no mesmo patamar ou seriam puxados para baixo, com a crescente demanda sendo atendida pelo aumento da oferta proporcionado pelo aumento da produtividade agrícola.

Grande parte da crescente demanda será proveniente de regiões com alto crescimento populacional, como África Subsaariana, Índia, Oriente Médio e Norte da África. A expectativa é que o consumo *per capita* de alimentos de primeira necessidade estará estagnado, visto que a demanda estará saturada para a maioria da população mundial. Também é esperado que o consumo *per capita* de açúcar e óleos vegetais aumentem, guiados pela urbanização e o maior consumo de alimentos processados.

Do ponto de vista social, a edição anunciou que o excesso de consumo de calorias, dietas não balanceadas e redução dos níveis de atividades implicarão no crescimento da obesidade em vários países, principalmente nos países de baixa e média renda, nos quais também há a questão da desnutrição e deficiências de micronutrientes.

A demanda por alimentos de origem animal trará incentivos para a expansão da produção pecuária através de rebanhos maiores. Assim, a demanda por ração animal será estimulada, com milho e soja apresentando expectativa de aumentar suas participações no *mix* de grãos globais. Em função disso, é esperado que o crescimento no uso animal (ração) de cereais exceda a expansão do uso alimentar na próxima década.

Desse modo, espera-se que a produção agrícola cresça 15% na próxima década, enquanto o uso da terra apresente crescimento estável. O crescimento será atribuído principalmente aos incrementos na produtividade guiado pela inovação tecnológica. O crescimento na pecuária será baseado na expansão e na melhoria do alimento de rebanhos e uso mais eficiente dos insumos. Há indicativos de redução na emissão de gases oriundos da agricultura (pecuária, arroz e fertilizantes sintéticos), pelo indicativo de queda da intensidade de carbono emitido com aumento da produtividade.

O comércio internacional permanecerá essencial para a segurança alimentar nos países importadores de alimentos, bem como será importante para geração de renda e subsistência nos países exportadores, como América Latina e Caribe, que devem ampliar a participação nas exportações agrícolas globais.

Os mercados agrícolas mundiais estarão suscetíveis a novas incertezas que se somam aos já tradicionais altos riscos associados à agricultura. Do lado da oferta, há risco de doenças, como febre suína africana, resistência crescente a fungicidas e bactericidas, além de eventos climáticos extremos. Do lado da demanda, pode haver mudança na dieta, com alterações na percepção de saúde e questões de sustentabilidade, além de tendência alarmante sobre a obesidade. Um outro fator apontado neste relatório consiste na incerteza sobre acordos comerciais entre muitos atores importantes nos mercados agrícolas, devido à escalada de tensão, que podem reduzir e redirecionar o comércio, com repercussões diversas. Possivelmente, esse destaque se refere à tensão entre os Estados Unidos e China durante o findado governo Trump.

A América Latina e Caribe, região abundante em terra e água, que responde por 14% da produção global e 23% das exportações mundiais de produtos agrícolas e pescados, contribuirá em maior medida para a produção mundial, ressaltando a importância da abertura comercial no nível global para os países desta região. Até 2028, a região responderá por mais de 25% das exportações globais na agricultura e pescados (OECD e FAO, 2019).

Entretanto, a maioria dos países da América Latina e Caribe sofre de nível baixo de apoio aos produtores, quando comparado aos países da OECD e média global, fazendo com que as decisões de produção sejam determinadas por sinais de mercado (essa questão será retomada na última seção deste texto). Entretanto, imposto pela diversidade da infraestrutura rural e iniciativas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) para a região, há diferentes necessidades para o gasto público em investimentos estratégicos no ambiente agrícola que podem aumentar a produtividade de forma sustentável. Muitos governos na América Latina e Caribe têm enfrentado a necessidade de investir na melhoria do desempenho ambiental do setor e reduzir a erosão do solo, o desmatamento e as emissões de gases oriundos da produção agrícola.

Ademais, avistam-se boas oportunidades de crescimento nas safras de frutas e vegetais de alto valor para os pequenos produtores, mas as políticas precisam ser diferenciadas de acordo com dotação de recursos e potencial de mercado. O aumento da participação das mulheres na produção agrícola fortalece a necessidade de melhorar o acesso das mulheres à educação, crédito e serviços de extensão rural.

A segurança alimentar continua a ser um problema na região, com muitos estabelecimentos incapazes de obter a comida que precisam. Como a extrema pobreza vem crescendo desde 2015, tendo sido agravada pela pandemia causada pela covid-19 (Quinzani, 2020; Barbosa e Prates, 2020), garantir renda crescente para as comunidades mais vulneráveis é um desafio que o desenvolvimento agrícola tem importante papel. Paralelamente, a América Latina e o Caribe vêm vivenciando um rápido aumento no número de pessoas com sobrepeso ou obesas, representando

TEXTO para DISCUSSÃO

um problema de saúde pública. Deste modo, medida como informação pública, regulação sobre a indústria e medidas fiscais são bem-vindas.

Por fim, OECD e FAO (2020) apresentam dados sobre a demanda por produtos na década vigente, desconsiderando o cenário da pandemia, pois não foi possível medi-la com a inclusão deste cenário, ou seja, sem muita mudança na importância relativa de alimentos, insumos e biocombustíveis, assim como sem grandes alterações na demanda pelas *commodities* agrícolas. Entretanto, o aumento populacional é um fator que pode alterar a demanda, variando conforme o grau de desenvolvimento de cada país.

Espera-se que a disponibilidade média *per capita* de alimentos alcance 3.000 kcal e 85 gramas de proteína por dia até 2029, com gorduras e itens de primeira necessidade respondendo por 60% das calorias adicionais. Porém, com aumento do consumo de gorduras e queda dos itens de primeira necessidade para todos os grupos de renda.

Nos países de renda média é esperado que se use incrementos na renda para sair de itens básicos para produtos de maior valor. As preocupações com meio ambiente e saúde nos países ricos são esperados para alterar a dieta atual baseada em proteína animal para fontes alternativas, principalmente deslocando da carne vermelha em direção a frango e peixe. O crescimento no consumo de ração para pecuária e aquicultura seguirá em expansão nos países de baixa e média renda.

Um ponto crucial é que 85% do crescimento global da produção agrícola deverá ocorrer em função dos incrementos na produtividade, que será resultante de uso mais intensivo de insumos, investimentos na tecnologia produtiva e melhores práticas agrícolas. Apenas 10% deverão ser consequência da intensificação no uso da terra, com múltiplas colheitas por ano e apenas 5% será devido à expansão de área, representando uma participação menor do que na última década, mostrando um crescimento na sustentabilidade agrícola.

Como ponto positivo, OECD e FAO (2020) apontam uma possível queda dos preços reais dado pelos ganhos de produtividade que serão superiores aos fatores que elevariam os preços, como limitações de recursos e aumento da demanda em função do crescimento populacional. Em um adendo sobre a covid-19, espera-se a contração na oferta e demanda de produtos agrícolas e problemas no comércio e logística, afetando todos os elos da cadeia de alimentos. Neste cenário, os preços agrícolas cairiam devido à redução da renda, principalmente nos países de baixa renda.

USDA (2021) aborda principalmente a participação dos Estados Unidos na agricultura mundial, em termos produtivos e no comércio internacional. As projeções contidas no relatório foram preparadas utilizando os dados disponíveis no relatório World Agricultural Supply and

Demand Estimates.⁴ A pandemia trouxe maiores incertezas para as premissas macroeconômicas subjacentes nas projeções agrícolas do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (United States Department of Agriculture – USDA). Os impactos desta pandemia são sem precedentes na história recente e o caminho para recuperação não pode ser conhecido com certeza, visto que a recuperação depende do sucesso das medidas de controle nacionais e políticas que apoiem a recuperação dos negócios e demanda dos consumidores.

A projeção do USDA aponta expansão do comércio mundial agrícola durante o período 2021/2022-2030/2031, baseado numa ampla recuperação econômica após a pandemia. A expansão do comércio é esperada para a maioria das *commodities* agrícolas. Como no passado, muitos fatores fundamentais continuarão a balizar o crescimento e o padrão de demanda por importação para bens agrícolas.

O crescimento no comércio internacional será puxado pelo aumento na demanda por alimentos e rações nos países em desenvolvimento. Estes países responderão por cerca de 80% do aumento projetado na demanda mundial de grãos, oleaginosas, carnes e por grande parte do aumento no consumo de algodão. Como os consumidores dos países em desenvolvimento alocam grande parte dos ganhos de renda em alimentação, com a maior urbanização e crescimento populacional, este padrão guiará a demanda por grupos diversos de grãos e produtos animais. Em contraste, os consumidores de alta renda nos países desenvolvidos tendem a ter dietas mais equilibradas, levando à estabilidade na demanda por estes produtos.

A expansão no consumo de carne em todo o mundo, particularmente nos países em desenvolvimento, é o maior responsável pelo comércio de carne e de ração animal (milho e soja). A demanda mundial por bovinos, suínos e aves é projetada para crescer mais de 17% até 2030. Porém, poucos países têm condições agroclimáticas favoráveis para a produção eficiente de milho e soja, principais insumos para a produção animal, levando à forte dependência no comércio de grãos. Até 2030, o comércio mundial de milho é projetado para crescer 22,5% e de soja 26,7%, os maiores aumentos entre as *commodities* mais volumosas.

Assim, o crescimento na demanda global e no comércio de grãos básicos, como arroz e trigo, tem projeção de constante e mais lento crescimento que produtos animais e insumos. Por sua vez, aumentos no consumo de arroz e trigo serão em grande medida puxado por famílias de baixa renda e nos países onde a demanda para consumo de alimentos básicos se mantém forte.

4. Disponível em: <<https://www.usda.gov/oce/commodity/wasde>>.

TEXTO para DISCUSSÃO

Por fim, Brasil (2020) apresenta projeção para o agronegócio brasileiro do período atual até 2030. O relatório aponta a continuação do crescimento da agropecuária do Brasil, mesmo com as adversidades mundiais, para além da covid-19. Este estudo dialoga com os estudos supracitados, da OECD e FAO e USDA, no sentido de mostrar qual o papel que a agricultura brasileira será capaz de desempenhar dentro deste cenário internacional.

A vantagem deste tipo de estudo de âmbito nacional é o detalhamento da capacidade produtiva por regiões e por culturas. Considerando o objetivo deste trabalho, que é ver as tecnologias e inovações para conter os impactos da produção agrícola sobre o uso da terra, tanto pela expansão quanto pelo excesso de uso dela, este tipo de informação pode trazer bons apontamentos.

Um adendo na análise se refere ao impacto da covid-19 no mercado agrícola brasileiro. Enquanto hortaliças, frutas e leite foram muito afetados, a pandemia não afetou a safra de grãos, bem como a produção e distribuição de carnes. Um comprovante da força do setor é a safra recorde de 2020, estimada em 250,8 milhões de toneladas. Os preços estiveram em patamares maiores, no mercado interno, principalmente (carne bovina e suína, milho e soja). Todos estes apresentaram alta no comércio internacional, além de terem se beneficiado da taxa de câmbio vigente.

Considerando a projeção do Mapa, a produção brasileira de grãos na década vigente (2020-2030) saltará de 250 milhões de toneladas para 318 milhões de toneladas, com potencial de chegar a 367 milhões. A área ocupada por esta produção, que hoje é de 65 milhões de hectares, com previsão de aumento de 11 milhões de hectares, podendo chegar a 90 milhões de hectares em 2030, causará, juntamente com a maior produção por hectare, maior pressão no uso da terra. Por um lado, pela expansão de área, ocupando novas áreas e/ou áreas de pastagens degradadas, mas por outro também pelo maior uso da terra, que pode significar no esgotamento do recurso.

O aumento na produção, segundo projeção do Mapa, será da ordem de 26,9%, enquanto a expansão de área será de 16,7%. Assim, observa-se que os ganhos produtivos serão baseados em maior medida na produtividade do que na expansão de área. O estudo pondera sobre os investimentos necessários para acompanhar esse crescimento, como inversões em infraestrutura, pesquisa e financiamento.

O estudo também projeta a substituição de culturas na próxima década. Entre as que perderão área estão arroz, feijão, café, mandioca, batata, laranja, cacau, uva, maçã, banana e mamão. Por sua vez, ganham área as culturas da cana, algodão, milho, soja, trigo, fumo, manga e melão. O quadro 1 resume os estudos apresentados nesta seção, considerando os principais apontamentos levantados em cada estudo.

QUADRO 1**Resumo dos principais apontamentos dos estudos de projeção agrícola**

Estudo/ instituição	Ano	Regiões	Principais apontamentos
OECD e FAO (2017)	2017-2026	Mundo e Sudeste Asiático	<ul style="list-style-type: none"> - Desaceleração do crescimento na demanda por alimentos. - Aumento no consumo <i>per capita</i> de calorias, principalmente nos países em desenvolvimento. - Permanência da insegurança alimentar. - Queda do crescimento na demanda por etanol e biodiesel. - Aumento nos preços de energia. - Crescimento marginal das áreas de cereais. - Crescimento da área de soja, puxado pela demanda por óleo vegetal e ração animal. - Aumento dos rebanhos e consumo de carne (heterogêneo e com mais de 50% da produção de carne puxada pelo frango). - Aumento das exportações líquidas pela América, Europa Oriental e Ásia Central (concentração). - Aumento das importações líquidas pelos países africanos e asiáticos (dispersão).
OECD e FAO (2018)	2018-2027	Mundo e Oriente Médio	<ul style="list-style-type: none"> - Demanda puxada pela China sofrendo desaceleração. - Nível de preços das <i>commodities</i> permanecendo em patamares menores. - Aumento populacional (desacelerando) vai puxar crescimento do consumo. - Redução na demanda de carnes, dado pela alteração nas preferências do consumidor e restrições de renda. - Crescimento na demanda para cereais/oleaginosas será puxado pela alimentação animal. - Regiões com maior crescimento populacional (África, Oriente Médio e Norte África) vão puxar demanda. - Tendência à concentração de países exportadores, que podem gerar choques de oferta. - Sugestão de reorientação de políticas de apoio à produção de cereais para redução de pobreza, desenvolvimento rural e apoio à produção de hortifrúts, promovendo dietas mais diversificadas e saudáveis.
OECD e FAO (2019)	2019-2028	Mundo e América Latina	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo <i>per capita</i> estagnado. - Aumento no consumo de açúcar e óleos vegetais devido a maior urbanização e maior consumo de alimentos processados. - Crescimento da produção de cereais para uso animal superando uso alimentar humano. - Aumento da produção agrícola puxado pela produtividade. - Apesar do crescimento na participação dos mercados globais, a América Latina e Caribe sofrem de baixo nível de apoio aos produtores. - Aumento da participação das mulheres na produção agrícola, fortalecendo a melhora no acesso à educação, crédito e extensão rural. - Segurança alimentar (covid-19) e obesidade (regular indústria e medidas fiscais).

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Estudo/ instituição	Ano	Regiões	Principais apontamentos
OECD e FAO (2020)	2020-2029	Mundo	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento populacional pode elevar demanda, conforme grau de desenvolvimento de cada país. - Países de renda média sofrerão migração de consumo de itens básicos para produtos de maior valor. - Países ricos terão o meio ambiente e saúde alterando a dieta, consumindo menos carne vermelha e mais fontes alternativas (frango e peixe). - 85% do crescimento da produção agrícola será em função de produtividade agrícola. - Aponta queda nos preços reais devido aos ganhos de produtividade. - Covid-19: contração da oferta e demanda, além de problemas no comércio e logística. Os preços cairão principalmente devido à redução na renda.
USDA (2021)	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - Superar impactos da covid-19 depende de medidas de controle nacionais e políticas que apoiem a recuperação dos negócios e demanda dos consumidores. - Expansão do comércio mundial agrícola na década baseada em ampla recuperação econômica. - Países em desenvolvimento puxarão 80% do aumento na demanda mundial de grãos, oleaginosas, carnes e algodão. - Países de alta renda intensificarão dietas balanceadas, levando à estabilidade na demanda por estes produtos.
Brasil (2020)	2019-2029	Brasil	<ul style="list-style-type: none"> - Expansão da agropecuária brasileira mesmo com covid-19. - Covid-19 afetou produção de hortaliças, frutas e leite. E afetou pouco produção de grãos e carnes. - Preços internos em patamar mais alto devido ao comércio internacional intenso e taxa de câmbio desfavorável ao real. - Aumento de produção de 27%. - Aumento de área de 17%. - O crescimento produtivo se efetivará somente com investimento em infraestrutura e pesquisa e desenvolvimento. - Substituição de culturas. - Queda nas lavouras de arroz, feijão, café, mandioca, batata, laranja, cacau, uva, maçã, banana e mamão. - Aumento nas lavouras de soja, cana, algodão, milho, trigo, fumo, manga e melão.

Elaboração dos autores.

3 O PAPEL DA PRODUÇÃO BRASILEIRA NA PRODUÇÃO E DEMANDA MUNDIAL

Esta seção apresenta o levantamento das projeções já realizadas para a próxima década (2020-2029) dos principais produtos brasileiros em termos de área e expressivos na pauta de exportações. Os escolhidos foram soja, milho, cana-de-açúcar (insumo para produção de açúcar), algodão e carne bovina. Assim, apresentam-se as informações de projeção de produção, consumo,

exportações, área colhida e produtividade de tais produtos, assim como informações do consumo *per capita* anual de tais produtos na década.

Em todos os relatórios apresentados na seção 2, apesar de as estimativas serem distintas, devido à metodologia utilizada em cada um deles, há uma mesma tendência para a década vigente. Entretanto, como seria muito difícil apresentar o que se espera do Brasil em termos produtivos e de área na próxima década utilizando todas as projeções ao mesmo tempo, optou-se por utilizar primordialmente a projeção da OCDE e FAO (2020), a qual contém projeções tanto para o mundo quanto para o Brasil.

Essa opção se deve ao fato de que utilizar diferentes bases para apresentar um relatório de projeção causaria mais dúvidas, pelo excesso de números e dados. Ademais, utilizar uma única fonte para os dados nacionais e mundiais tornam os dados mais factíveis, considerando que a fonte escolhida utilizou a mesma metodologia para realizar sua projeção para os dados mundiais e nacional. O que causaria divergência, caso usássemos, por exemplo, os dados mundiais da OCDE e FAO (2020) e os dados nacionais de Brasil (2020), os quais possuem metodologias distintas e, com isso, divergências nos valores apresentados.

Assim, excluindo algumas divergências, os estudos colocam o Brasil como um grande ator no crescimento da produção agropecuária mundial. Desse modo, o que temos a debater neste trabalho, mais do que se a produção brasileira de soja em 2029 será de 140 milhões, como projeta a OCDE e FAO (2020), ou 156 milhões, como projeta Brasil (2020), é como se dará este aumento. Em que bases vamos continuar sendo um grande produtor e exportador sem avançar por novas áreas, mas sim, se valendo de tecnologias já existentes e outras novas que devem avançar nos próximos anos, principalmente aquelas relacionadas à transformação digital e à Agricultura 4.0.

A tabela 1 apresenta a projeção brasileira, segundo a OCDE e FAO (2020), de alguns dos principais produtos cultivados e comercializados pelo Brasil, como algodão, milho, soja, açúcar (derivado da cana-de-açúcar) e carne bovina. O algodão, milho, soja e cana-de-açúcar foram responsáveis por 86% da área colhida de lavouras temporárias no Brasil, enquanto café e laranja, ocuparam 46% da área colhida das lavouras permanentes, em 2019, segundo a Produção Agrícola Municipal do Sistema IBGE de Recuperação Automática (PAM/Sidra).⁵

5. Disponível em : <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>.

TEXTO para DISCUSSÃO

TABELA 1

Brasil: projeções para a produção, importação, consumo, estoques, exportações, área colhida e produtividade (2020-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Algodão										
Produção (1 mil toneladas)	2.433	2.502	2.580	2.650	2.715	2.780	2.849	2.931	3.015	3.096
Importação (1 mil toneladas)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Consumo (1 mil toneladas)	721	709	698	687	674	662	649	636	624	612
Estoques (1 mil toneladas)	2.735	2.746	2.659	2.568	2.504	2.444	2.426	2.425	2.431	2.442
Exportações (1 mil toneladas)	1.628	1.785	1.973	2.057	2.108	2.181	2.223	2.299	2.388	2.478
Área colhida (1 mil hectares)	1.455	1.475	1.500	1.520	1.537	1.552	1.569	1.592	1.615	1.638
Produtividade (t/ha)	1,67	1,70	1,72	1,74	1,77	1,79	1,82	1,84	1,87	1,89
Milho										
Produção (1 mil toneladas)	95.155	97.260	99.276	101.325	103.415	105.468	107.505	109.582	111.654	113.762
Importação (1 mil toneladas)	885	854	831	797	772	746	719	693	666	639
Consumo (1 mil toneladas)	66.611	67.424	68.454	69.223	70.195	71.176	72.168	73.175	74.190	75.206
Estoques (1 mil toneladas)	14.486	14.767	15.091	15.335	15.647	15.946	16.234	16.539	16.834	17.121
Exportações (1 mil toneladas)	29.159	30.410	31.328	32.656	33.679	34.740	35.768	36.795	37.836	38.908
Área colhida (1 mil hectares)	17.405	17.451	17.491	17.533	17.577	17.619	17.655	17.695	17.735	17.777
Produtividade (1 mil toneladas)	5,47	5,57	5,68	5,78	5,88	5,99	6,09	6,19	6,30	6,40
Soja										
Produção (1 mil toneladas)	122.585	124.566	126.704	128.764	130.729	132.620	134.677	136.572	138.393	140.157
Importação (1 mil toneladas)	410	410	410	410	410	410	410	410	410	410
Consumo (1 mil toneladas)	50.042	50.892	51.796	52.708	53.623	54.500	55.429	56.350	57.264	58.170
Estoques (1 mil toneladas)	2.996	2.988	2.994	3.002	3.004	2.991	2.998	3.003	3.004	3.000
Exportações (1 mil toneladas)	72.957	74.092	75.313	76.459	77.513	78.543	79.650	80.627	81.538	82.401

(Continua)

(Continuação)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Soja										
Área colhida (1 mil hectares)	36.998	37.310	37.661	37.989	38.284	38.549	38.845	39.101	39.329	39.532
Produtividade (t/ha)	3,31	3,34	3,36	3,39	3,41	3,44	3,47	3,49	3,52	3,55
Açúcar										
Produção (1 mil toneladas)	32.762	36.075	36.578	36.302	36.280	36.286	36.255	36.342	36.710	37.139
Importação (1 mil toneladas)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Consumo (1 mil toneladas)	10.182	10.119	10.102	10.131	10.130	10.106	10.089	10.069	10.066	10.095
Estoques (1 mil toneladas)	2.715	2.799	2.887	2.975	3.065	3.152	3.235	3.322	3.416	3.519
Exportações (1 mil toneladas)	22.498	25.873	26.388	26.082	26.061	26.094	26.083	26.187	26.549	26.940
Bovinos										
Produção (1 mil toneladas)	9.328	9.417	9.487	9.550	9.614	9.677	9.722	9.749	9.780	9.816
Importação (1 mil toneladas)	48	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Consumo (1 mil toneladas)	7.423	7.522	7.555	7.619	7.671	7.745	7.763	7.770	7.774	7.784
Estoques (1 mil toneladas)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Exportações (1 mil toneladas)	1.953	1.950	1.986	1.986	1.998	1.986	2.014	2.034	2.061	2.087

Fonte: OCDE e FAO (2020).

Assim, algodão, milho, soja e cana-de-açúcar foram escolhidos para serem abordados nesta análise de projeção para a próxima década, além da carne bovina, que tem o Brasil como o segundo maior exportador mundial, com previsão de chegar ao primeiro lugar em 2029. Foram utilizados os dados preponderantemente da OCDE e FAO (2020), com inclusão das projeções de Brasil (2020).

TABELA 2
Mundo: projeções para a produção, importação, consumo, estoques, exportações, área colhida e produtividade (2020-2029)

	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Algodão										
Produção (1 mil toneladas)	26.122	26.508	26.900	27.290	27.604	28.015	28.433	28.896	29.366	29.829
Importação (1 mil toneladas)	9.164	9.469	9.803	10.055	10.207	10.409	10.559	10.760	10.966	11.186
Consumo (1 mil toneladas)	26.595	27.009	27.514	27.842	28.117	28.478	28.841	29.243	29.675	30.130
Estoques (1 mil toneladas)	17.823	17.181	16.427	15.734	15.081	14.477	13.928	13.440	12.991	12.548
Exportações (1 mil toneladas)	9.304	9.609	9.943	10.195	10.347	10.550	10.699	10.901	11.107	11.326
Área colhida (1 mil hectares)	33.655	33.822	33.996	34.164	34.286	34.456	34.633	34.829	35.029	35.219
Produtividade (t/ha)	0,78	0,78	0,79	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,84	0,85
Milho										
Produção (1 mil toneladas)	1.160.083	1.173.143	1.187.292	1.205.341	1.223.442	1.242.642	1.260.423	1.278.554	1.296.575	1.315.199
Importação (1 mil toneladas)	163.226	167.128	170.518	174.401	177.834	181.050	184.267	187.545	190.852	194.305
Consumo (1 mil toneladas)	1.172.639	1.193.186	1.204.590	1.222.773	1.237.420	1.252.649	1.266.509	1.282.490	1.297.683	1.313.210
Estoques (1 mil toneladas)	315.457	295.414	278.116	260.683	246.706	236.699	230.613	226.678	225.569	227.558
Exportações (1 mil toneladas)	163.226	167.128	170.518	174.401	177.834	181.050	184.267	187.545	190.852	194.305

(Continua)

(Continuação)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
	Milho									
Área colhida (1 mil hectares)	190.966	191.482	192.214	193.013	193.827	194.585	195.332	196.094	196.853	197.639
Produtividade (t/ha)	6,07	6,13	6,18	6,24	6,31	6,39	6,45	6,52	6,59	6,65
	Soja									
Produção (1 mil toneladas)	364.058	367.050	372.219	377.181	381.987	386.682	391.874	396.742	401.484	406.214
Importação (1 mil toneladas)	149.264	155.561	157.835	160.046	162.146	163.976	166.214	168.348	170.451	172.540
Consumo (1 mil toneladas)	358.582	367.476	372.336	377.264	382.145	386.655	391.568	396.453	401.260	406.057
Estoques (1 mil toneladas)	45.481	45.055	44.938	44.855	44.697	44.725	45.031	45.321	45.545	45.703
Exportações (1 mil toneladas)	149.264	155.561	157.835	160.046	162.146	163.976	166.214	168.348	170.451	172.540
Área colhida (1 mil hectares)	126.199	126.198	126.888	127.504	128.070	128.584	129.213	129.764	130.264	130.740
Produtividade (t/ha)	2,88	2,91	2,93	2,96	2,98	3,01	3,03	3,06	3,08	3,11
	Açúcar									
Produção (1 mil toneladas)	176.181	182.031	185.063	187.213	189.646	192.213	194.636	197.146	199.946	202.813
Importação (1 mil toneladas)	58.063	60.039	60.841	61.263	62.091	62.946	63.822	64.790	65.909	67.075
Consumo (1 mil toneladas)	174.987	177.489	180.178	182.765	185.303	187.889	190.608	193.261	195.876	198.589
Estoques (1 mil toneladas)	76.814	78.356	80.241	81.690	83.033	84.357	85.385	86.270	87.339	88.564

(Continua)

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
					Açúcar					
Exportações (1 mil toneladas)	61.063	63.039	63.841	64.263	65.091	65.946	66.822	67.790	68.909	70.075
					Bovinos					
Produção (1 mil toneladas)	71.140	71.698	71.910	72.429	72.929	73.525	74.185	74.788	75.448	76.005
Importação (1 mil toneladas)	12.018	12.101	12.155	12.223	12.285	12.360	12.504	12.634	12.759	12.880
Consumo (1 mil toneladas)	70.882	71.451	71.637	72.149	72.660	73.243	73.906	74.507	75.170	75.728
Estoques (1 mil toneladas)	1.179	1.148	1.143	1.145	1.136	1.140	1.140	1.142	1.141	1.139
Exportações (1 mil toneladas)	12.297	12.380	12.433	12.501	12.564	12.638	12.782	12.912	13.038	13.158

Fonte: OCDE e FAO (2020).

A tabela 2 apresenta a projeção da OCDE e FAO (2020) para o mesmo conjunto de produtos, porém para o mundo. Por sua vez, a tabela 3 apresenta a projeção brasileira, segundo Brasil (2020), dos mesmos produtos da tabela 1. Observa-se que a projeção de Brasil (2020) é mais otimista para a evolução da produção brasileira. Essa maior projeção em relação a OCDE e FAO (2020) pode ser derivada tanto de diferente modelo matemático para o cálculo da projeção quanto pelo maior conhecimento das tecnologias e capacidades da agricultura brasileira. Ainda assim, é necessário ter cautela com projeções muito otimistas. Se considerarmos a atual crise hídrica⁶ que acomete várias regiões brasileiras, com impacto na agricultura, entre outros danos, a projeção deste ano já será menor por conta deste fator.

TABELA 3

Brasil: projeções para a produção, importação, consumo, estoques, exportações, área colhida e produtividade (2020-2029)

Safra	2019/ 2020	2020/ 2021	2021/ 2022	2022/ 2023	2023/ 2024	2024/ 2025	2025/ 2026	2026/ 2027	2027/ 2028	2028/ 2029	2029/ 2030
Algodão											
Produção (1 mil toneladas)	2.879	2.689	2.819	3.075	3.172	3.216	3.337	3.482	3.588	3.684	3.799
Consumo (1 mil toneladas)	650	648	647	645	643	642	640	638	636	635	633
Exportação (1 mil toneladas)	1.700	1.771	1.842	1.912	1.983	2.054	2.125	2.195	2.266	2.337	2.408
Milho											
Produção (1 mil toneladas)	102.337	100.841	103.412	105.984	108.556	111.128	113.699	116.271	118.843	121.415	123.986
Consumo (1 mil toneladas)	68.523	71.179	73.135	75.056	76.666	78.275	79.745	81.221	82.635	84.054	85.446
Exportação (1 mil toneladas)	34.500	32.944	34.231	35.518	36.805	38.093	39.380	40.667	41.954	43.241	44.529
Soja											
Produção (1 mil toneladas)	120.330	123.367	127.259	130.835	134.531	138.183	141.851	145.514	149.179	152.843	156.507
Consumo (1 mil toneladas)	44.250	45.242	46.447	47.235	48.096	49.114	50.036	50.926	51.873	52.810	53.727

(Continua)

6. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Economia/noticia/2021/06/ipea-reve-para-cima-pib-do-agro-em-2021-mas-alerta-para-risco-com-crise-hidrica.html>>.

TEXTO para DISCUSSÃO

(Continuação)

Safra	2019/ 2020	2020/ 2021	2021/ 2022	2022/ 2023	2023/ 2024	2024/ 2025	2025/ 2026	2026/ 2027	2027/ 2028	2028/ 2029	2029/ 2030
Soja											
Exportação (1 mil toneladas)	84.000	78.813	81.545	84.278	87.011	89.744	92.477	95.210	97.943	100.676	103.409
Açúcar											
Produção (1 mil toneladas)	29.796	35.295	34.218	33.861	34.859	35.553	36.643	37.026	38.082	38.557	39.625
Consumo (1 mil toneladas)	10.650	10.835	11.020	11.205	11.390	11.575	11.760	11.945	12.130	12.315	12.500
Exportação (1 mil toneladas)	15.980	19.754	20.363	20.972	21.580	22.189	22.798	23.406	24.015	24.624	25.232
Bovinos											
Produção (1 mil toneladas)	9.880	10.044	10.197	10.307	10.693	10.482	10.658	10.840	11.046	11.105	11.481
Consumo (1 mil toneladas)	7.402	7.592	7.473	7.545	8.009	8.009	7.694	7.604	7.933	8.082	7.878
Exportação (1 mil toneladas)	2.562	2.660	2.748	2.831	2.913	2.994	3.075	3.157	3.238	3.319	3.400

Fonte: Brasil (2020).

De forma a facilitar a análise da projeção para a década, vamos observar cada produto agrícola em separado.

3.1 Algodão

A produção brasileira de algodão é concentrada em poucos estados, como Mato Grosso e Bahia, os quais responderam por cerca de 90% do total nacional na safra 2019/2020. O Mato Grosso responde por 70% da produção e a Bahia, por 20%. A área colhida com algodão em 2019, segundo a PAM/IBGE,⁷ foi de 1,6 milhão de hectares. A produção brasileira de algodão em pluma alcançou 2,78 milhões de toneladas na safra 2018/2019, segundo o Instituto de Economia Agrícola (IEA).⁸

7. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1612#resultado>>.

8. Disponível em: <<https://tinyurl.com/5yfpcky6>>.

A projeção da OCDE e FAO (2020) espera um crescimento de 27,5% na produção, chegando a pouco mais de 3 milhões de toneladas em 2029 (gráfico 1). A projeção do Brasil (2020) é mais otimista, vislumbra 3,8 milhões de toneladas em 2029, o que significa um crescimento de 32%.

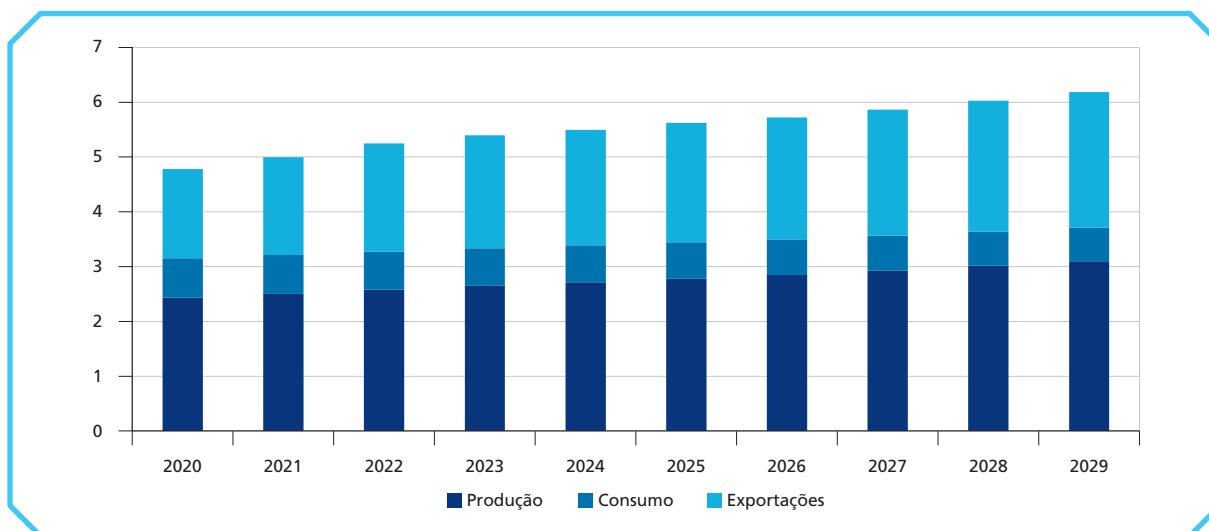
Por sua vez, o consumo nacional de algodão em pluma tem projeção de queda, tanto pelos dados da OCDE e FAO (2020), quanto por Brasil (2020). O consumo atual no Brasil é de 29,6% da safra, com projeção de queda regular, podendo chegar a 19,8%, em 2029. Com isso, a produção vai ser destinada em volume crescente para o mercado externo. As exportações brasileiras devem crescer 52,2% ao longo da década, segundo a OCDE e FAO (2020), o que representa um crescimento anual de cerca de 6%.

O maior volume de exportações, apesar do menor consumo interno, é que explica o maior crescimento da produção brasileira em relação ao crescimento da produção mundial. Atualmente o mundo produz cerca de 26 milhões de toneladas de algodão em pluma em cerca de 33,6 milhões de hectares. O maior produtor mundial, segundo dados do Banco de Dados Estatísticos Corporativos da Organização para Agricultura e Alimentação (Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database – FAOSTAT),⁹ é a China, com 6,1 milhões de toneladas, em 2018. A Índia produziu 4,8 milhões de toneladas e os Estados Unidos 4 milhões de toneladas. O Brasil é o quarto maior produtor mundial, com cerca de 2 milhões de toneladas, segundo o FAOSTAT, representando cerca de 8% da produção mundial.

GRÁFICO 1

Brasil: produção, consumo e exportações de algodão (2020-2029)

(Em t milhões)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

9. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QD>>.

Analisando os dados (tabela 1) projetados pela OCDE e FAO (2020) para o Brasil em relação aos dados para o mundo (tabela 2), vemos que a produção brasileira de algodão em pluma pode aumentar em participação, anualmente, em relação à produção mundial. Em 2020, a produção brasileira correspondeu a 9,3% da produção mundial, segundo os dados da OCDE e FAO (2020), com expectativa de representar 10,4%, em 2029.

Esse crescimento ocorrerá baseado em expansão de área e decorrente de ganhos de produtividade. A área hoje da produção de algodão no Brasil, segundo a OCDE e FAO (2020), é de 1,4 milhão de hectares, com perspectiva de alcançar 1,6 milhão de hectares em 2029, crescimento de 13%. E a produtividade atual é de 1,67 t/ha, com estimativa de atingir 1,89 t/ha, em 2029.

Segundo o próprio estudo de Brasil (2020), alguns analistas consideram que a projeção e produtividade esperada estão elevadas, visto que ganho de produtividade não é cogitado diante do cenário atual da cultura.

3.2 Milho

O milho é a segunda cultura em área no Brasil: foram computados 17 milhões de hectares em área colhida com a cultura e produção de 101 milhões de toneladas, para 2019. A projeção de crescimento da produção ao longo da década 2020-2019 é de 19% no Brasil, enquanto no mundo a projeção é de 13,4%, segundo a OCDE e FAO (2020). O Brasil é o terceiro maior produtor de milho no mundo, com participação de cerca de 9% no total mundial, que em 2019 foi de cerca de 1,1 bilhão de toneladas. Os Estados Unidos são o principal produtor, com participação de cerca de 30%, seguido da China, com 22%.

O crescimento projetado para a produção brasileira será impulsionado em maior medida pelo mercado externo, visto que as exportações apontam crescimento de 33% na década e espera-se que o consumo interno aumente 12% (OCDE e FAO, 2020). Em relação ao estudo de Brasil (2020), não há divergência marcante entre as projeções. Enquanto a projeção de produção da OCDE e FAO (2020) aponta para 113 milhões de toneladas em 2029, a projeção de Brasil (2020) calcula que o país será capaz de produzir 123 milhões de toneladas no mesmo ano.

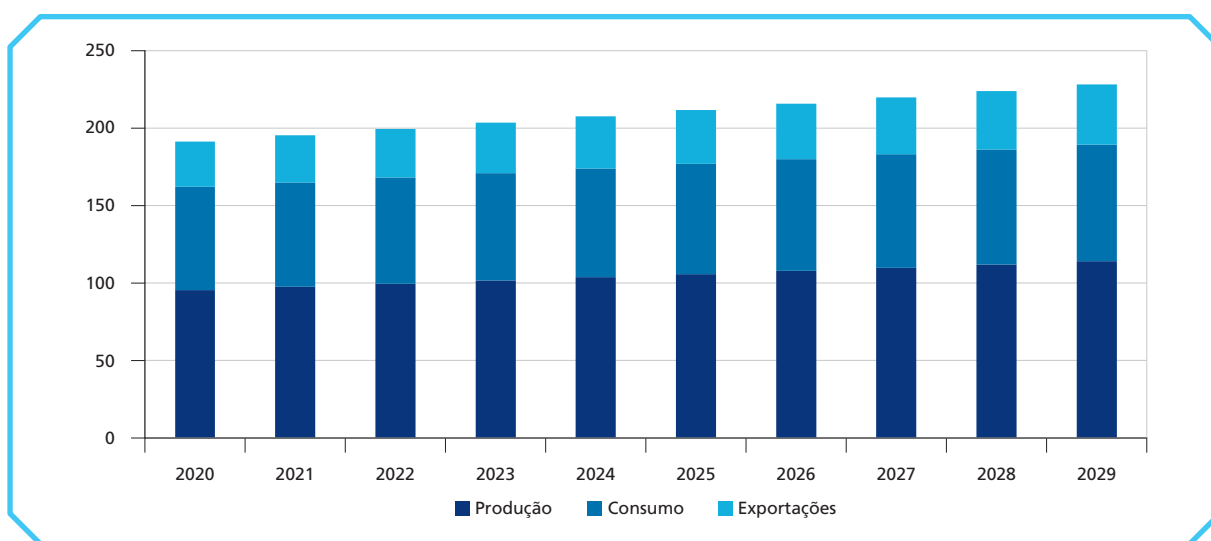
Atualmente, 70% do milho produzido é utilizado para consumo interno, porém, a projeção da OCDE e FAO (2020) é de que essa proporção reduza e chegue a 66% em 2029. O crescimento produtivo vai exigir bastante dos produtores, porém sem recair na ampliação de área, visto que a OCDE e FAO (2020) projetam um ganho de produtividade de 17% e expansão de área de 2%, para o Brasil. Comparando com o mundo, é um peso e oportunidade para o Brasil, visto

que a produção nacional vai crescer a taxas maiores do que a mundial, para o qual espera-se que a produtividade cresça 9,5%, muito embora a produtividade média mundial seja maior do que a produtividade média brasileira.

GRÁFICO 2

Brasil: produção, consumo e exportações (2020-2029)

(Em t milhões)

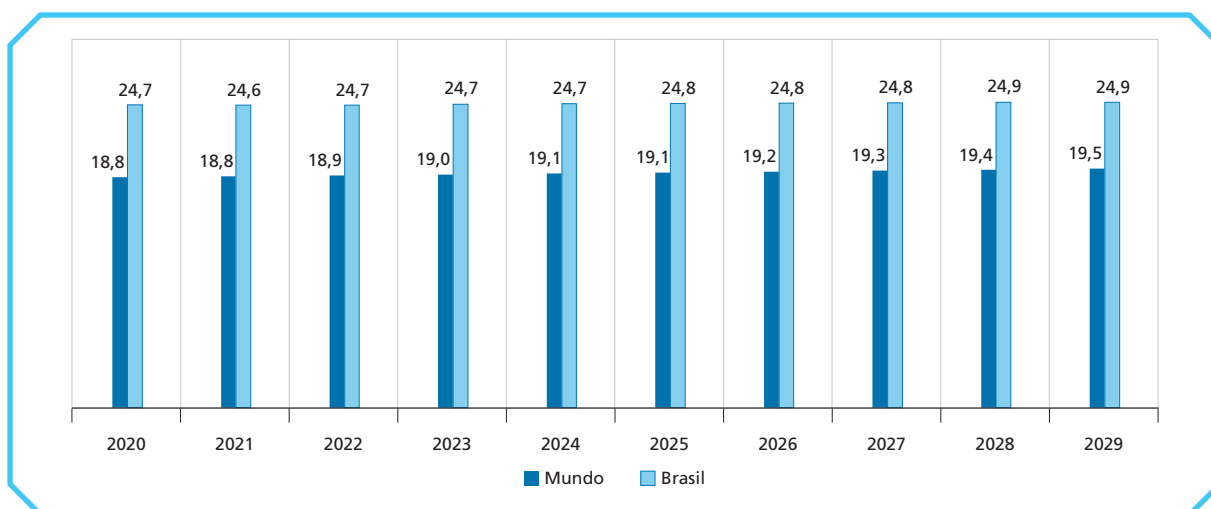


Fonte: OCDE e FAO (2020).

GRÁFICO 3

Consumo de milho (2020-2029)

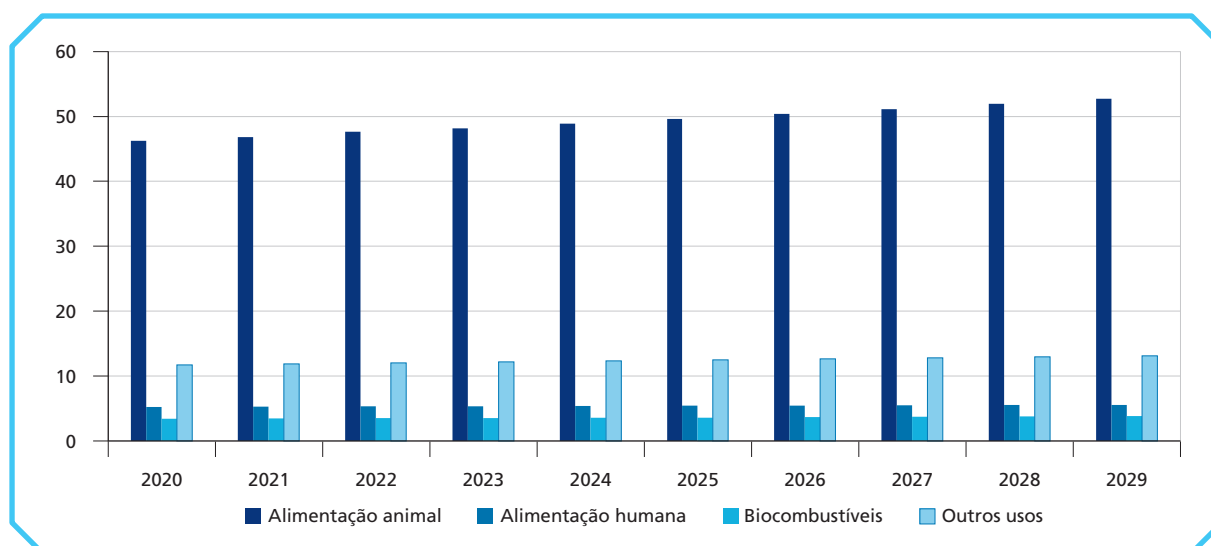
(Em kg/habitante/ano)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

GRÁFICO 4**Brasil: destino da produção de milho (2020-2029)**

(Em t milhões)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

Um fato a ser considerado é o uso do milho para a produção de etanol, que, segundo a projeção da OCDE e FAO (2020), pode chegar a utilizar 3,8 milhões de toneladas da produção. O estudo de Brasil (2020) aposta no uso crescente do milho para este fim, fazendo do milho importante matéria-prima para a produção de biocombustíveis. A produção de etanol de milho ainda é incipiente e pequena no Brasil, porém com possibilidade de crescimento, considerando os recentes investimentos.

Segundo Silva *et al.* (2020), até 2017 as usinas que produziam etanol de milho operavam em um esquema *flex*, ou seja, também produziam etanol de cana-de-açúcar. Em 2017 foi construída uma usina totalmente dedicada à moagem de milho para produção de etanol, no Mato Grosso. Com isso, o Brasil totalizava, até o fim de 2019, dez fábricas *flex* e duas focadas na produção de etanol de milho, além de estar à época construindo mais quatro unidades para este fim.

A produção nacional de milho está concentrada em cinco estados (Mato Grosso, Paraná, Goiás, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais), os quais conjuntamente responderam por cerca de 80% da produção nacional na safra 2019/2020. O estudo de Brasil (2020) pontua que a projeção é de 123 milhões de toneladas, porém há um limite superior nessa expectativa, que pode levar a produção a alcançar 150 milhões de toneladas, que dependerá das exportações e da demanda de milho para produção de etanol, podendo ampliar. Além disso, o estudo aponta que o milho crescerá majoritariamente na segunda safra (milho safrinha), o qual ocorre no período de não cultivo da soja.

A única divergência entre os dois estudos se refere ao consumo interno. Enquanto o estudo da OCDE e FAO (2020) projeta leve queda no consumo interno, o estudo de Brasil (2020) projeta que o consumo crescerá de 67% para 69% da produção. De toda forma, o estudo de Brasil (2020) endossa a perspectiva de produtividade crescente, em parte explicada pelo aumento na área, a partir da utilização das áreas liberadas pela soja na segunda safra.¹⁰

Importante pontuar a relevância dessa cultura para a população brasileira, principalmente na região Nordeste. Apesar de Norte e Nordeste representarem 20% da área plantada total de milho na primeira e segunda safras em 2020,¹¹ estas regiões produziram apenas 12% do total brasileiro no mesmo ano. Esse fato se explica em grande medida pela baixa produtividade. Enquanto nas regiões de produção pujante, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, a produtividade tenha alcançado mais de 6 t/h, nas regiões Nordeste e Norte a produtividade é baixa, com pouco mais de 3 t/h em 2020, mostrando um *gap* tecnológico entre os agricultores familiares e os médios e grandes produtores, representando um dos mais significativos exemplos entre as diferenças existentes entre os dois tipos de produtores.

3.3 Soja

A produção de soja brasileira é a maior do mundo, segundo dados da FAOSTAT.¹² A produção mundial em 2019 foi de 330 milhões de toneladas, com o Brasil respondendo por 35%, seguido dos Estados Unidos, 30% e Argentina, 17%. Espera-se que a produção mundial aumente cerca de 12% ao longo da década e a produção brasileira aumente 14,3%, segundo dados da OCDE e FAO (2020).

O crescimento ocorrerá com expectativa de aumento de área em 6,8% e a produtividade em 7%, ou seja, apesar de pequena diferença, a produtividade nacional pode contribuir mais do que ampliação de área das lavouras. O estudo de Brasil (2020) é ainda mais otimista com a produção nacional de soja, esperando crescimento de 30% no volume produzido, que pode chegar a 156 milhões de toneladas em 2029.

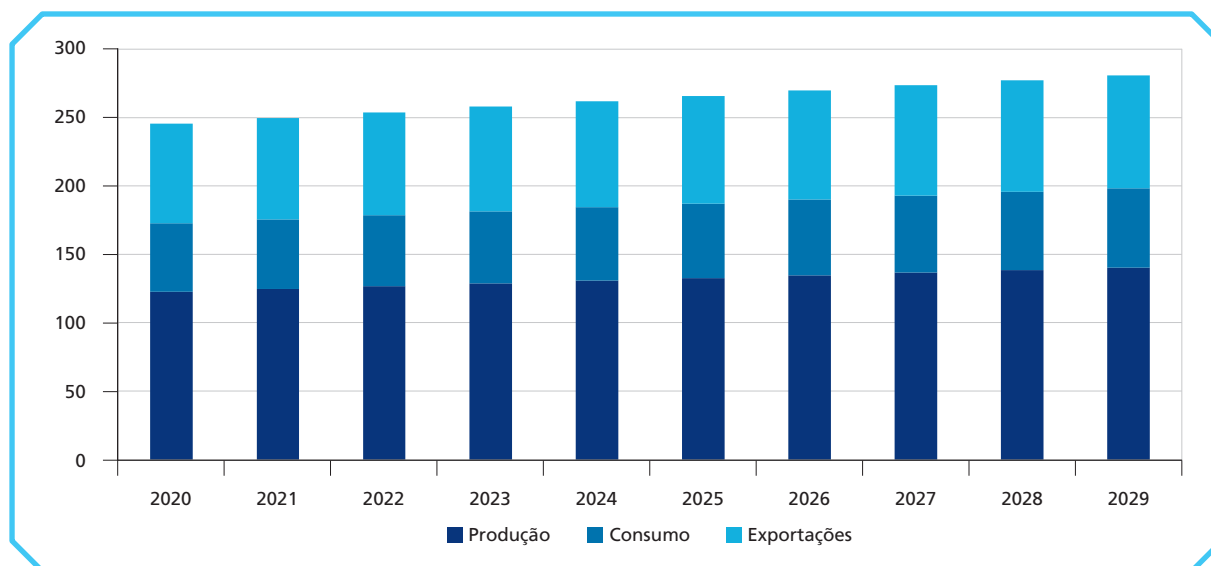
10. O milho safrinha é plantado na entressafra de soja, ou seja, por meio da sucessão com esta cultura. Desta forma é possível obter maior produtividade com o milho.

11. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>.

12. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QD>>.

GRÁFICO 5**Brasil: produção, consumo e exportações de soja (2020-2029)**

(Em t milhões)



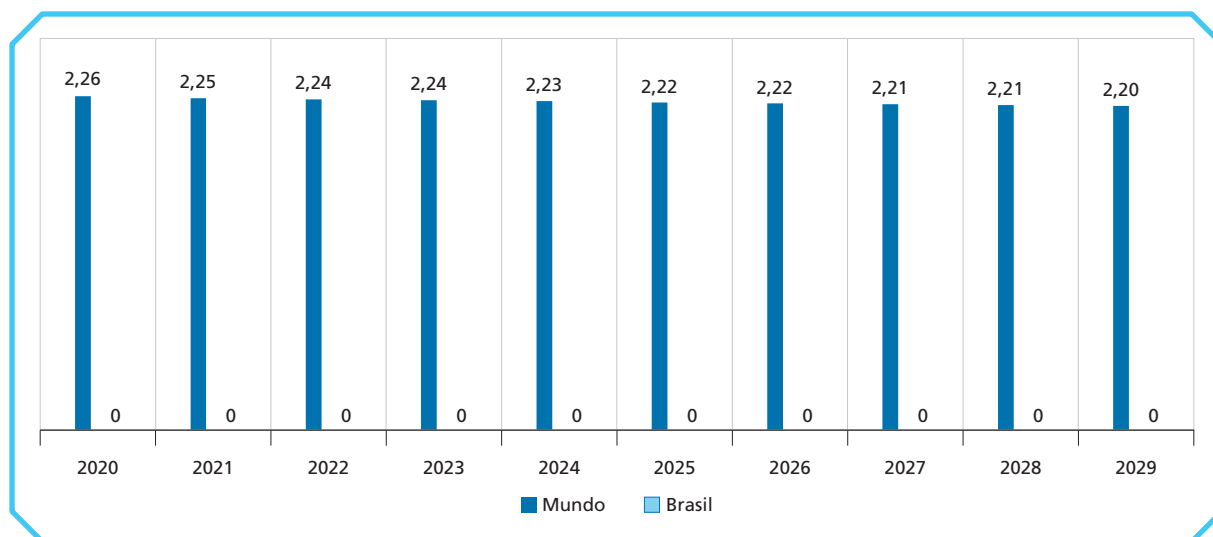
Fonte: OCDE e FAO (2020).

O consumo nacional deve aumentar ao longo do período por volta de 16% (OCDE e FAO, 2020). Cerca de 40% da soja produzida no Brasil permanece para consumo interno, o que deve se manter proporcionalmente estável em relação ao total produzido. Para o mundo, também se espera aumento no consumo de 13%, porém sem grandes alterações no consumo *per capita* ano, como mostra o gráfico 6, visto que, apesar do aumento da produção, haverá em contrapartida aumento populacional, equilibrando o consumo médio por habitante.

Grande parte da soja produzida no Brasil e que permanece internamente se destina ao esmagamento para a produção de óleo, 89%, como mostra o gráfico 7. O uso da soja para produção de ração utiliza cerca de 7% do total da soja consumida internamente no país. A produção está distribuída majoritariamente em cinco estados, assim como o milho, os quais conjuntamente respondem por 75% da produção total. São eles: Mato Grosso, Paraná, Goiás, Rio Grande do Sul e Mato Grosso do Sul. Estudo de Brasil (2020) aponta que o crescimento da cultura ocorrerá em direção ao norte do país, como Rondônia, Pará e Tocantins.

GRÁFICO 6**Consumo de soja (2020-2029)**

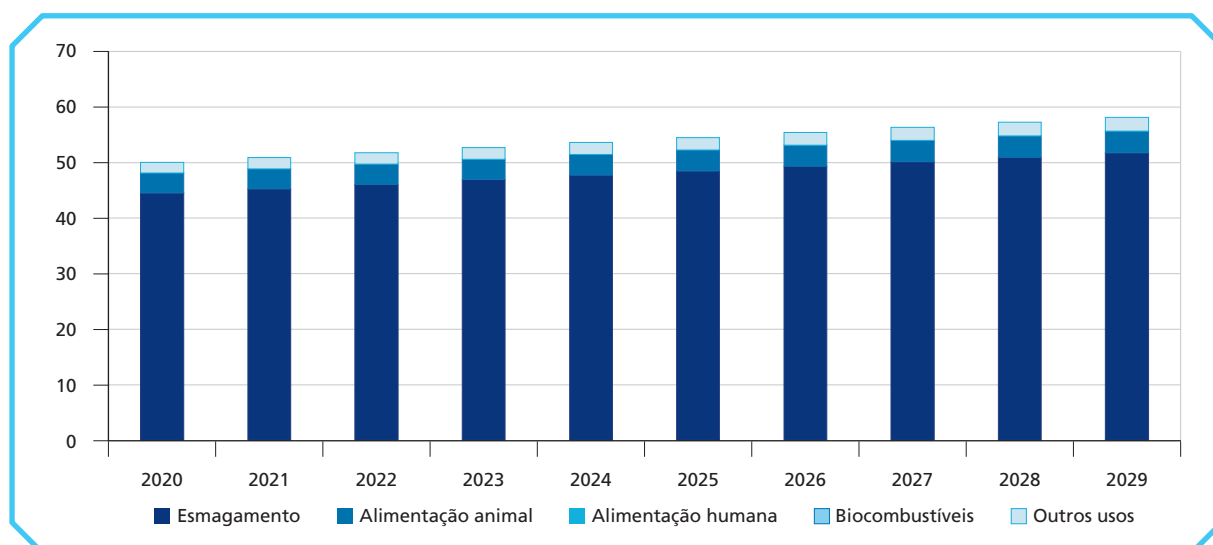
(Em kg/habitante/ano)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

GRÁFICO 7**Brasil: destino da produção de soja (2020-2029)**

(Em t milhões)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

Essa informação claramente evidencia que a soja ainda é uma cultura que se expande por área, embora o estudo da OCDE e FAO (2020) aponte um aumento de área de 6,8% ao longo da década, de 36 milhões para 39 milhões de hectares. A projeção de Brasil (2020)

considera expansão maior, 9,7 milhões de hectares a mais com a cultura, podendo chegar a quase 47 milhões de hectares de soja em todo o Brasil em 2029, ou seja, aumento de 26,4%, bem superior ao projetado pela OCDE e FAO (2020).

Desse modo, como aumentar a produção se apoiando em ganhos de produtividade, evitando maiores avanços de área? A projeção da OCDE e FAO (2020) coloca que a produtividade vai ampliar de 3,3 t/ha, para 3,5 t/ha. Brasil (2020), por sua vez, trabalha com possibilidade de alcançar 3,8 t/ha. Assim, a soja deve se expandir para regiões com terras disponíveis, ocupação de terras de pastagens e pela substituição de lavouras onde não há terras disponíveis para serem incorporadas, com maior força sobre terras de pastagens naturais, visto que há oferta deste tipo de terra (Brasil, 2020).

3.4 Açúcar

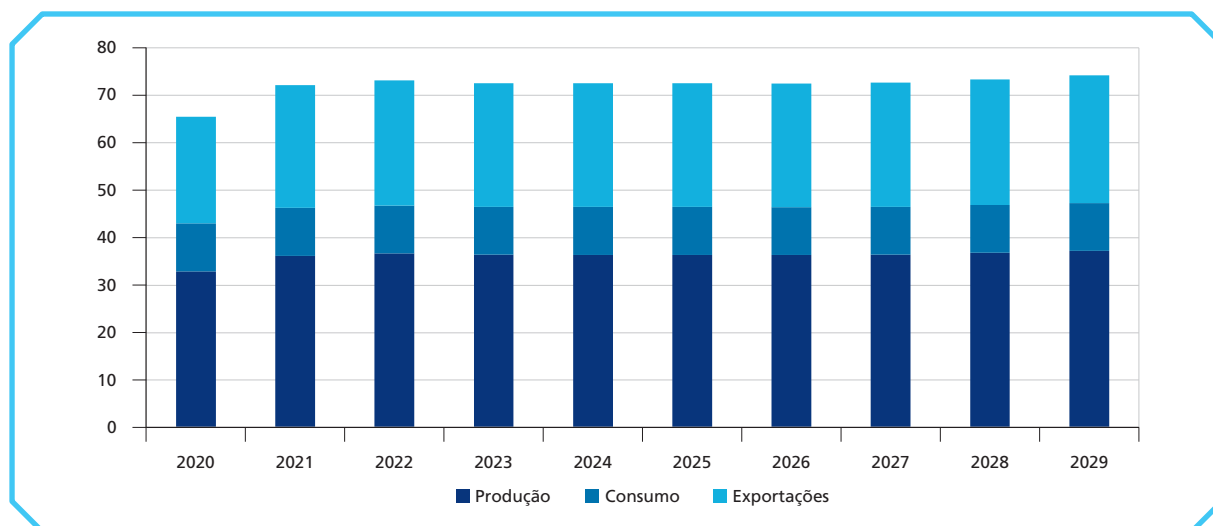
A produção de açúcar brasileira responde por cerca de 16% da produção mundial, cerca de 180 milhões de toneladas, em 2018. O principal produtor é a Índia, com 34 milhões de toneladas, em 2018, segundo dados do FAOSTAT.¹³

Estima-se que a produção mundial crescerá cerca de 13% ao longo da década, menor do que o crescimento projetado para o Brasil, de 15%, segundo OCDE e FAO (2020). A projeção de Brasil (2020) é mais arrojada, alcançando quase 40 milhões de toneladas em 2029. De todo modo, em ambas as projeções, grande parte do aumento se destinará para o mercado externo, o qual vai ser responsável pelas exportações em 72%, segundo a OCDE e FAO (2020) e em 64%, segundo Brasil (2020).

13. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QD>>.

GRÁFICO 8**Brasil: produção, consumo e exportações de açúcar (2020-2029)**

(Em t milhões)

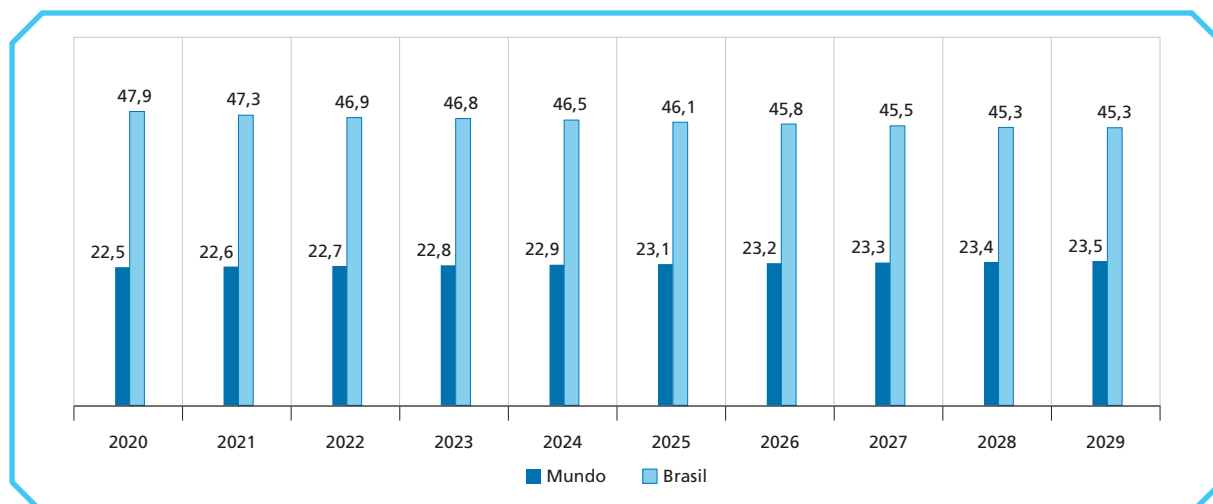


Fonte: OCDE e FAO (2020).

O consumo interno tem previsão de queda (-1%) para a OCDE e FAO (2020) e aumento de 17% na projeção de Brasil (2020). De toda forma, é a demanda mundial que vai impulsionar a maior produção nacional, visto a projeção de leve aumento no consumo *per capita* mundial (gráfico 9).

GRÁFICO 9**Consumo de açúcar (2020-2029)**

(Em kg/habitante/ano)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

Ainda assim, o consumo *per capita* brasileiro, de 47,9kg/habitante/ano, supera o consumo mundial, de 22,5kg/habitante/ano, em 2020. A projeção para 2029 é de 45kg/habitante/ano, o que significa tendência a leve redução no consumo. A tendência de aumento mundial pode ser explicada pelo aumento da renda em países como a China, que, ao ganhar renda, aumenta o consumo de determinados itens alimentares industrializados, os quais contêm maiores quantidades de açúcares em suas formulações.

A maior contribuição do Brasil no mercado de açúcar provém de suas históricas plantações de cana-de-açúcar, as quais atualmente se concentram em maior medida no Centro-Sul do Brasil. São Paulo responde por 50% da área total de cana-de-açúcar do Brasil, seguido de Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul.

A produção de cana-de-açúcar aumentará em 13,2%, com maior aposta na produtividade. A produtividade dos canaviais brasileiros pode crescer em até 11,9% e a área colhida crescerá 1,2%, pelos dados da OCDE e FAO (2020). A projeção é de que a área aumente para 9 milhões de hectares, produzindo 748 milhões de toneladas. Apesar do aumento relativamente pequeno, a cana-de-açúcar, assim como a soja, é uma cultura que compete em área com outras culturas (Brasil, 2020).

De todo modo, em comparação ao restante do mundo, a produção de cana brasileira se baseará mais em ganho de produtividade do que em expansão de área. No mundo, projeta-se aumento de área em 3,9% e ganho de produtividade de 6,9%.

3.5 Carne bovina

A produção de carne bovina é de cerca de 70 milhões de toneladas, segundo dados da FAOSTAT,¹⁴ para o ano de 2019. O Brasil é o segundo maior produtor mundial, com 10 milhões de toneladas, cerca de 15% do total produzido no mundo. O maior produtor são os Estados Unidos, com pouco mais de 12 milhões de toneladas, em 2019.

Com 216,0 milhões de cabeças de gado no Brasil, em 2020 foram abatidas 32,4 milhões de cabeças em 2020. Os maiores estados produtores são Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Pará, Rondônia e Rio Grande do Sul, responsáveis por 77,6% dos abates no Brasil.

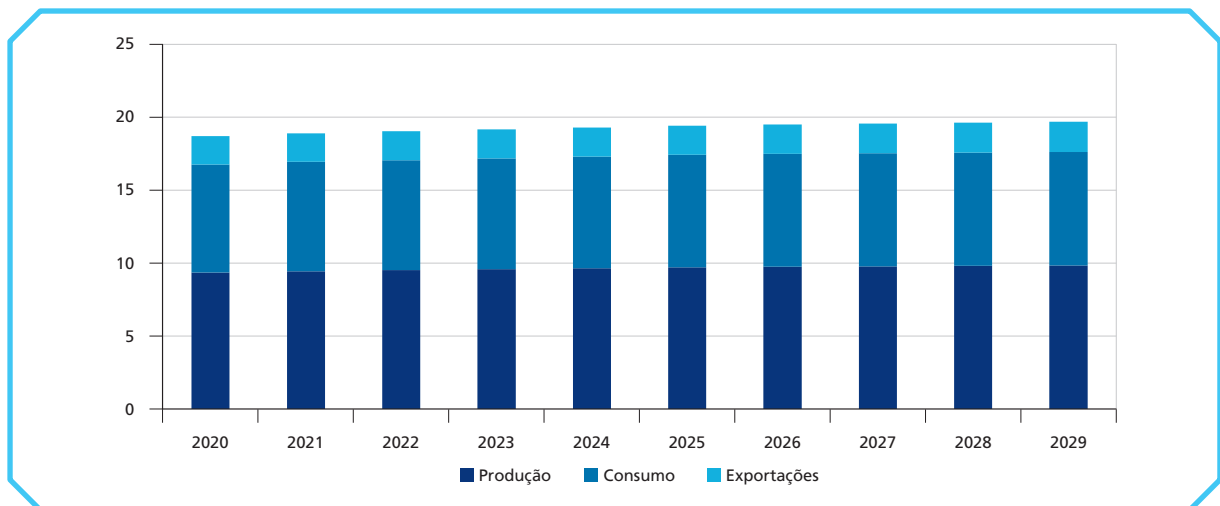
14. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QD>>.

A projeção de crescimento da produção é de 6,8% no mundo e de 5,2% no Brasil, segundo os dados da OCDE e FAO (2020). O consumo mundial vai aumentar na mesma proporção, 6,8%, enquanto no Brasil a projeção de aumento no consumo é de 4,9%, ou seja, o consumo no Brasil vai crescer em menor medida que o consumo mundial. Entretanto, isso não é uma questão para o mercado nacional brasileiro, visto que cerca de 80% da produção é consumida internamente (gráfico 10).

GRÁFICO 10

Brasil: produção, consumo e exportações de carne bovina (2020-2029)

(Em t milhões)

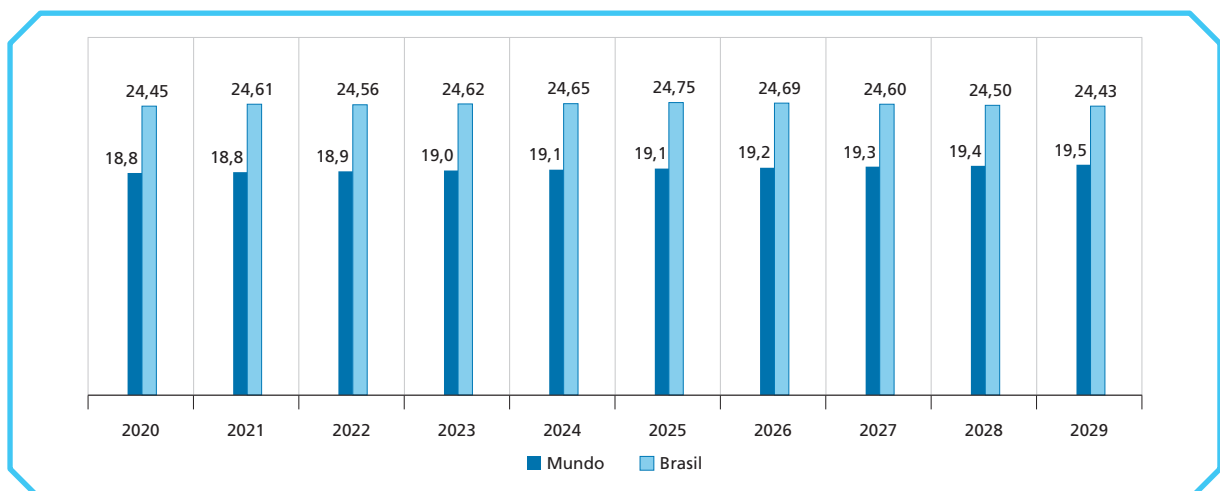


Fonte: OCDE e FAO (2020).

GRÁFICO 11

Consumo de carne bovina (2020-2029)

(Em kg/habitante/ano)



Fonte: OCDE e FAO (2020).

TEXTO para DISCUSSÃO

O gráfico 11 mostra o consumo *per capita* de carne bovina para a próxima década, em que o consumo brasileiro se mantém estável na ordem de 24,4 kg/habitante/ano. No mundo, atualmente, o consumo *per capita* é da ordem de 18,8 kg/habitante/ano, com projeção de aumento para 19,4 kg/habitante/ano, em 2029.

De toda forma, o consumo de carne no Brasil é elevado, bem como o mundo caminha para alcançar maiores níveis de consumo. Se não tivesse ocorrido a crise sanitária do coronavírus, somada à crise econômica, além da alta no preço de carnes de 2020, que se prolonga no ano subsequente, talvez o Brasil não tivesse uma baixa no consumo de carnes.

Enfim, a projeção da OCDE e FAO (2020) prevê uma produção de 9,8 milhões de toneladas, e a projeção de Brasil (2020) considera uma produção de até 11,4 milhões de toneladas em 2029/2030. Assim, a projeção de Brasil (2020) considera um aumento de 16% na produção, ao passo que a projeção da OCDE e FAO (2020) é de 5,2%.

QUADRO 2

Resumo dos principais apontamentos dos estudos de projeção agrícola

Lavoura	Projeções OCDE e FAO (2020)	Projeções Brasil (2020)
Açúcar	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 13% na produção mundial. - Aumento de 15% na produção brasileira. - Queda no consumo interno de 1%. - Queda no consumo (pequeno). - Aumento de 13,2% na produção de cana. - Aumento de 11,9% na produtividade de cana. - Aumento de 1,2% na área colhida. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alcance de 40 milhões de toneladas em 2029. - Aumento de 17% no consumo interno.
Algodão	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 27,5% na produção. - Aumento de 52,2% na exportação. - Queda no consumo interno. - Produção do Brasil saindo de 9% e alcançando 10,4% da produção mundial. - Produtividade de 1,67 t/ha para 1,89 t/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> - Queda no consumo interno. - Considera que, apesar de maior produtividade, também haverá expansão de área.
Milho	<ul style="list-style-type: none"> - Crescimento de 19% na produção brasileira, ante o crescimento de 13,4% na produção mundial. - Aumento de 33% nas exportações. - Leve queda no consumo interno. - Produção de 113 milhões de toneladas em 2029. - Aumento de 17% na produtividade. - Aumento de 2% na área cultivada. - Maior uso de milho para produção de etanol. 	<ul style="list-style-type: none"> - Produção de 123 milhões de toneladas em 2029, com potencial para chegar a 150 milhões de toneladas. - Aumento do consumo interno (pequeno). - Aumento da produção dado pela produtividade.

(Continua)

(Continuação)

Lavoura	Projeções OCDE e FAO (2020)	Projeções Brasil (2020)
Soja	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 12% na produção mundial. - Aumento de 14,3% na produção brasileira. - Aumento de 7% na produtividade brasileira. - Aumento de 6,8% na área cultivada. - Aumento de 16% no consumo interno. - Produtividade de 3,3 t/ha para 3,8 t/ha. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 30% na produção brasileira. - Aumento de 26,4% na área cultivada. - Crescimento em direção ao Norte do país: Rondônia, Pará e Tocantins. - Expansão em: terras disponíveis; ocupação de pastagens e substituição de lavouras.
Carne bovina	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 6,8% na produção mundial. - Aumento de 5,2% na produção brasileira. - Aumento de 6,8% no consumo mundial. - Aumento de 4,9% no consumo interno. - Produção brasileira de 9,8 milhões de toneladas em 2029. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de 16% na produção brasileira. - Produção brasileira de 11,5 milhões de toneladas em 2029.

Elaboração dos autores.

4 TECNOLOGIAS UTILIZADAS OU EM PROSPECÇÃO PARA GANHOS DE PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

Como visto na seção anterior, de acordo com projeções, tanto a produção quanto a demanda mundial por produtos agrícolas vão seguir crescendo, mesmo com a crise econômica provocada pelo coronavírus, com o Brasil desempenhando papel fundamental no fornecimento de grãos e carnes para o mercado mundial. Entretanto, mesmo o país apresentando vasta extensão territorial, o avanço da agropecuária para determinadas áreas deve ser visto com cuidado, uma vez que pastagens avançam na Amazônia, derrubando parte da floresta que tem papel fundamental para o meio ambiente. Segundo IBGE (2020), a Amazônia perdeu 269 mil quilômetros quadrados de cobertura natural no período, sendo substituída, principalmente, por pastagens com manejo, que passaram de 248 mil para 426 mil quilômetros quadrados.

Conforme OECD e FAO (2017; 2018; 2019; 2020) apontaram, o crescimento da produção, em todo o mundo, vai ser guiado em maior medida pela produtividade das lavouras do que pela expansão de área, o que, somado às novas tecnologias, pode contribuir para atender a demanda crescente sem impactar na mesma medida o uso da terra.

Para conseguir incrementos produtivos baseado em produtividade, novas tecnologias e inovações serão fundamentais para a nova revolução no campo. Obviamente políticas de crédito, assistência técnica e extensão rural, facilitação para escoamento da produção, entre outras demandas dos produtores, farão diferença para que se continue com boas safras. Mas se o Brasil almeja manter sua posição relevante no comércio mundial, pelo volume exportado, deverá se atentar à produção crescente para atender à também crescente demanda proveniente de

mercados mais exigentes, por exemplo, com relação à sustentabilidade ambiental, adotando em larga escala modos de produção que atendam tais requisitos.

Há diversas tecnologias já em uso que procuram enfatizar o efeito da “economia” da terra, procurando ampliar a produção por meio da produtividade agrícola, tanto da terra como dos demais fatores de produção. Entre as práticas produtivas mais consolidadas há plantio direto, agricultura de precisão e sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), as quais, apesar de não serem amplamente disseminadas, vêm promovendo impactos positivos onde são aplicadas.

O Plano de Agricultura de Baixo Carbono (ABC),¹⁵ criado em 2010, visa unir ações a serem realizadas para adoção de tecnologia de produção sustentáveis, com objetivo de reduzir a emissão de gases do efeito estufa (GEE) no setor agropecuário. Entre as práticas, elencam-se as já citadas, recuperação de pastagens degradadas; ILPF e sistemas agroflorestais (SAFs); SPD; fixação biológica de nitrogênio (FBN); florestas plantadas; tratamento de dejetos animais; e adaptação às mudanças climáticas.

Novas tecnologias serão determinantes para engajar ganhos de produtividade, atuando de forma complementar e avançada em relação às tecnologias já existentes, podendo ser algo promissor para alavancar a produtividade no campo. A Agricultura 4.0, também conhecida como agricultura digital ou *smart farming*, é algo promissor neste sentido ao aliar tecnologias digitais, produtividade e soluções sustentáveis (Villafuerte *et al.*, 2018).

Entretanto, tal processo deve ser realizado considerando as diversas etapas necessárias para adoção de tecnologias, para que seja disseminado de forma inteligente e considere as desigualdades existentes no campo, como a falta de conectividade rural em alguns espaços rurais brasileiros, o que limitaria a adoção de tecnologias digitais. O Brasil conta com 43,2% de sua população rural com acesso à internet de qualidade e há forte desigualdade no acesso entre grandes e pequenos produtores, com a maioria dos desprovidos de acesso localizados nas regiões Norte e Nordeste (IICA e BID, 2020).

4.1 Agricultura de precisão

Impossível não falar na nova agricultura digital sem mencionar uma tecnologia antiga, a agricultura de precisão, a qual continua sendo uma forte promessa no campo. A discussão sobre o aumento populacional e a pressão sobre os sistemas agrícolas vem sendo realizada há algum tempo, abrindo espaço para a possibilidade de converter as extensões remanescentes de

15. Disponível em: <<https://bit.ly/362nyjl>>.

ecossistemas naturais em agrossistemas, orientada no sentido de buscar medidas conservacionistas de manejo (Artuzo, Foguesatto e Silva, 2017).

Dessa forma, a otimização de áreas já existentes e utilização racional e pontual de insumos agrícolas, também chamada de agricultura de precisão, é muito adequada para atender à necessidade de produção. Essa tecnologia faz a aplicação de insumos e afins de acordo com a necessidade de cada talhão, otimizando os recursos e obtendo maiores rendimentos em cada talhão.

O foco no uso racional dos insumos tem impactos não somente econômicos para a lavoura, como também para o meio ambiente, visto que o uso em quantidade distinta da necessária de fertilizantes ou outros insumos, mesmo com objetivo de aumentar produtividade, pode causar impactos ambientais. Com isso, a agricultura de precisão é capaz de contornar esses impactos negativos, ao mensurar pontualmente a necessidade de insumos naquele talhão.

Essa tecnologia engloba as demais que vêm ampliando participação na agricultura nos últimos anos, como *big data*, análise de dados, sensores cada vez mais precisos, entre outras tecnologias, capazes de alimentar o sistema de informações da produção avaliada. E isto é possível por meio da tecnologia da informação baseada em variabilidade espacial e temporal, buscando gerenciar o sistema de produção agrícola como um todo, não somente nas aplicações de insumos ou mapeamentos.

Diversos estudos apontaram as vantagens do uso da agricultura de precisão, como Artuzo, Foguesatto e Silva (2017), que analisaram o uso de agricultura de precisão na cultura da soja e observaram que houve maiores médias de produtividade quando comparada ao sistema convencional, além de reduzir o uso de fertilizantes. Também foram apontados retornos positivos, como a redução de 43% no uso de calcário e aumento da produtividade de soja e trigo entre 19% e 28%, além de retorno econômico ao produtor de 22% quando comparado a um talhão sem agricultura de precisão (Schadeck, 2015).

Entretanto, apesar de ser uma tecnologia já consolidada, não é amplamente difundida e de fácil adoção, como mencionado. A adoção está diretamente relacionada à disponibilidade de infraestrutura técnica na propriedade, como computadores de gestão, e à participação do produtor em redes de informação, como cooperativas, assistência técnica e cursos em agricultura de precisão (Pinto, Ferreira e Teixeira, 2017). Ainda, o papel das cooperativas é fundamental para a difusão da inovação e da tecnologia de agricultura de precisão nas pequenas propriedades, além de incentivos para estimular a adoção de infraestrutura técnica.

Assim, a agricultura de precisão se consolida como uma tecnologia com impactos positivos para a lavoura, tanto em termos produtivos, quanto os relacionados à sustentabilidade, em que o advento e maior uso de tecnologias digitais, como sensores, potencializará os resultados ao coletar informações de forma sistemática e contínua de dados meteorológicos para produção de informações de uso agrícola.

4.2 ILP

A ILP é um sistema que consiste na exploração de atividades agrícolas e pecuárias, de forma integrada, em rotação ou sucessão, na mesma área e em épocas diferentes, aumentando a eficiência no uso dos recursos naturais, com menor impacto sobre o meio ambiente, uma vez que os processos de degradação são controlados por meio de práticas conservacionistas.

Deste modo, como salientam Balbinot Junior *et al.* (2009), é possível aproveitar o espaço agrícola disponível evitando desmatar novas áreas, ao alternar na mesma área o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à alimentação animal, e culturas destinadas à produção vegetal, grãos. A técnica consiste na adoção de atividades agrícolas e pecuárias de forma integrada na mesma área em um modelo de rotação e sucessão, resultando em menor impacto sobre os recursos naturais e redução de processos de degradação.

Essa técnica de cultivo é utilizada há longo tempo, com a associação de pastos e cultivos de forrageiras desde os anos 1930/1940, com plantio de capim gordura, entre outros, por meio de sementes nas entrelinhas dos cultivos de milho, arroz e feijão, ou até mesmo após esses cultivos. Nas décadas posteriores, a técnica foi intensificada, principalmente no Cerrado, por meio de créditos especiais e incentivos fiscais, permitindo o crescimento do rebanho bovino, o que levou ao aumento na produção de carne e leite (Kichel *et al.*, 2019).

Nos anos 1980, o papel da Embrapa foi determinante para encontrar formas de recuperar as pastagens degradadas, em grande medida dado pelo sistema de ILP. Posteriormente, esse sistema foi aprimorado, considerando não apenas as lavouras tradicionais para recuperar as pastagens, mas também as florestas, criando os chamados ILPF (Kichel *et al.*, 2019).

Entretanto, a ILP é um sistema que, apesar das inúmeras vantagens, ainda não é amplamente utilizado devido à complexidade do sistema e entraves na adoção. É um sistema de grande importância para atendimento da demanda crescente por alimentos, bioenergia e afins, somado à necessidade de conter o desmatamento e gases do efeito estufa, por meio de maior uso da terra e aumento da eficiência dos sistemas de produção. Entre as vantagens diretas do sistema de produção

estão: melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo; quebra de ciclo de doenças e redução de insetos-pragas e plantas daninhas; redução de riscos econômicos pela diversificação de atividades; e redução de custo na recuperação e na renovação de pastagens em processo de degradação (Vilela *et al.*, 2011).

Com isso, é possível diversificar a produção agrícola para otimizar o uso de recursos gerando concomitantemente renda ao produtor. Ademais, tem forte potencial de sustentabilidade, ao integrar o cultivo consorciado, sequencial ou rotacionado, com a terra sendo utilizada em caráter cíclico, no tempo e espaço, entre as atividades de lavoura e pecuária. Além das vantagens diretas do sistema, como recuperação mais eficiente da fertilidade do solo; aumento da eficiência de reciclagem de nutrientes com o aproveitamento do adubo residual; melhora das condições físicas, químicas e biológicas do solo pela facilidade da aplicação de práticas de conservação do solo; controle de plantas daninhas; entre outros (Gleria *et al.*, 2017).

4.3 Agricultura inteligente ou Agricultura 4.0

A Agricultura 4.0 é considerada a quarta revolução no campo, também conhecida como agricultura digital (*smart farming, smart agriculture*), em que tecnologias desta natureza são utilizadas para previsão de safras, controle de pragas, armazenamento de informações, provisão de insumos, entre outras medidas que prometem otimizar recursos e aumentar a produtividade, trazendo como externalidade positiva a questão da sustentabilidade, ao utilizar insumos, como defensivos, de forma estritamente localizada e no início da ocorrência da doença, o que evitaria maior uso de agrotóxicos nas lavouras, por exemplo.

A otimização da produção, fato que não atende apenas às necessidades dos produtores de reduzir os custos, mas também é uma questão de interesse mundial, da provisão de recursos face ao aumento populacional outrora discutido, ganha um novo aliado com as tecnologias de informação e da comunicação (TICs) na transformação digital em curso, que prometem melhorar o desempenho dos negócios e da produção das empresas (Massaruhá *et al.*, 2020b).

Complementando a informação sobre a origem do termo Agricultura 4.0, Massaruhá e Leite (2017) colocam que o termo surgiu por seguir os mesmos conceitos e métodos empregados na indústria 4.0, a qual utiliza em tempo real diversos dispositivos de *softwares e Internet of Things* (IoT), ou seja, a completa automatização da produção. Em específico na agricultura, busca-se aprimorar a agricultura de precisão, anteriormente mencionada, ao utilizar nas lavouras uma ampla gama de tecnologias, como sensores, automação, robótica agrícola, entre outras tecnologias digitais.

TEXTO para **DISCUSSÃO**

A agricultura digital, que vem sendo implementada não apenas dentro da porteira das fazendas de grãos, mas também na pecuária de corte e leiteira, em florestas, entre outras áreas do setor, busca se adequar ao uso das novas TICs. Desta forma, é possível considerar sua capacidade em atender à crescente demanda por alimentos, energia e demais recursos naturais. E esse fato se intensificou com a pandemia causada pelo coronavírus, que forçou em maior medida a digitalização da agricultura e a colaboração digital entre as partes.

A vantagem das tecnologias digitais está em sua capacidade em armazenar e processar grande volume de informações, além de automatizar processos e intercâmbio de informações e de conhecimento. Entre as principais tecnologias elencadas por Massruhá e Leite (2017) estão sensores, IoT, conectividade entre dispositivos móveis, computação em nuvem, *big data*, entre outros. Tais tecnologias possuem grande potencial para elevar os índices de produtividade, garantir eficiência no uso de insumos, reduzir custos com mão de obra, promover melhoria na qualidade do trabalho e segurança dos trabalhadores e diminuir os impactos ao meio ambiente, como salientam Seixas e Contini (2017).

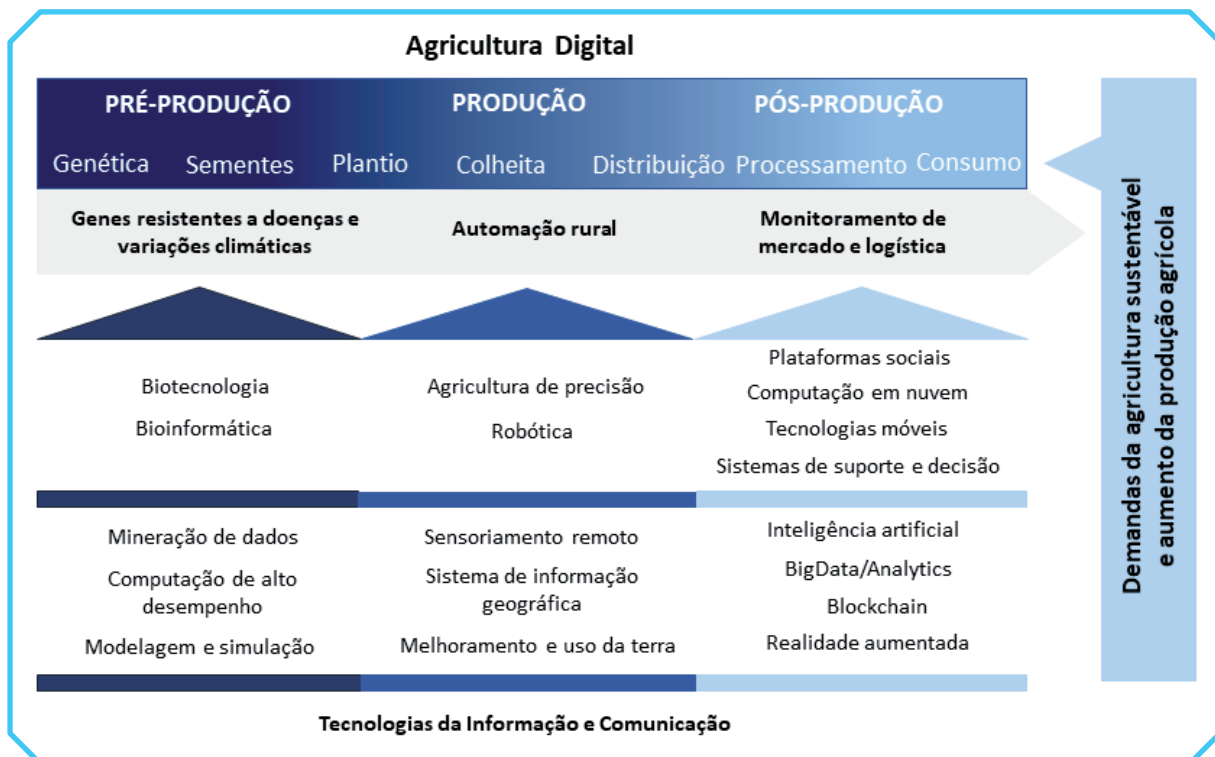
Segundo Massahurá *et al.* (2020b), a agricultura digital está presente em todas as etapas da cadeia produtiva agrícola (figura 2): desde a pré-produção, como melhoramento genético de plantas e animais, passando pela produção, com os dados coletados via *drones*, sensores térmicos, óticos, satélites, máquinas embarcadas, equipamentos conectados remotamente entre eles (IoT) e com a central de dados, a qual vai analisar os dados (*big data*) e produzir um padrão que vai orientar no cultivo, no fornecimento de água, insumos etc. Na fase de pós-produção, incluem-se a análise de dados de mercado, armazenamento, logística, rastreabilidade e consumo etc.

Neste trabalho em específico, o foco está na fase de produção, ou comumente chamada de “para dentro da porteira”, olhando para as tecnologias de agricultura de precisão, robótica, sensoriamento remoto, sistemas de informação geográfica, entre outros, os quais permitem extrair o máximo de informação das lavouras, gerando dados que retornarão para o campo na forma cuidadosos precisos e controlados.

De toda forma, a agricultura digital já é uma realidade em muitas propriedades brasileiras, principalmente nas mais capitalizadas. Assim, acompanhar o avanço das novas tecnologias de perto é fundamental para que seja possível ofertar aos pequenos produtores opções viáveis para que não se amplie o “abismo” produtivo e econômico entre os grandes produtores e os pequenos. Estar atento às demandas de infraestrutura para adoção de tecnologias pode possibilitar que não somente os grandes, mas os pequenos também tenham condições de atender à crescente demanda por produtos agropecuários brasileiros.

FIGURA 2

Agricultura digital na cadeia produtiva nas fases de pré-produção, produção e pós-produção



Fonte: Masshurá *et al.* (2020b).

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

4.3.1 IoT

A IoT e a computação em nuvem (*cloud computing*) formam os paradigmas habilitadores da agricultura inteligente (*smart farming*), sendo ambos um dos conceitos mais modernos dentro da agricultura digital (Campos, 2020).

Esta tecnologia pode ser considerada habilitadora pelo fato de englobar e conectar muitas tecnologias ao mesmo tempo, como inteligência artificial, internet 5G, *wireless*, GPS, *drones*, sensores, máquinas embarcadas, entre outros. Trata-se de um *mix* de tecnologias que se complementam para viabilizar a integração de objetos do ambiente físico ao mundo virtual (Villafuerte *et al.*, 2018). Em termos práticos, significa que todos os dispositivos estejam conectados entre si trocando informações.

Em outras palavras, essa tecnologia se refere à conectividade entre objetos inteligentes, literalmente coisas, como máquinas, residências, elementos de infraestrutura, cidades, veículos, entre outros, os quais se conectam numa relação bilateral, fornecendo informações e recebendo, em contrapartida, outras informações. Uma das inúmeras vantagens desta tecnologia está na capacidade de monitoramento e gerenciamento de operações com considerável distância, além de detectar necessidade hídrica das plantas, provisão de insumos necessários para lavouras, e monitorar e detectar previamente o surgimento de pragas/doenças na plantação.

Ademais, a IoT altera o processo de compartilhamento de informações, as quais anteriormente eram compartilhadas entre pessoas por meio de sistemas de informação. A partir desta tecnologia, a informação é compartilhada entre as máquinas, que se conectam entre si e a partir desta troca, executam ações autônomas.

4.3.2 Robótica agrícola (automação)

Também chamada de automação agrícola, o uso de robôs na agricultura vem se intensificando, pois por meio dessa tecnologia é possível utilizar máquinas que aumentarão a produtividade, ao agilizar o preparo da lavoura, o plantio e a colheita. Como coloca Fraccaroli (2018), a produtividade agrícola cresceu, entre outros motivos, pelo uso da mecanização no campo, que surgiu nos anos 1930 e se intensificou ao longo do tempo.

Ainda, não somente é facilitadora para aumentar o rendimento, como também colabora no processo de adoção da agricultura de precisão, como a semeadura de precisão e o plantio que aumentam o tamanho médio da planta, além da irrigação de precisão, ao adicionar a quantidade adequada e no momento correto de água no cultivo, ocorrendo o mesmo para os demais insumos, o que resulta em redução de custos e impactos positivos no meio ambiente (Fraccaroli, 2018).

O uso deste tipo de tecnologia vem se aprimorando, principalmente nas atividades mais perigosas, corriqueiras ou que possam reduzir os custos de produção. Na agricultura, o uso de robótica ocorre geralmente com veículos *off-road*, como o robô criado pela Blue River para detectar ervas daninhas e realizar a aplicação de defensivos de forma precisa (agricultura de precisão) (Souza *et al.*, 2020).

Dentro da robótica é possível incluir os veículos aéreos não tripulados (*unmanned aerial vehicle* – UAV) ou também conhecidos como *drones*. São “veículos” manejados a distância que analisam a plantação, observando pragas, falhas e toda sorte de necessidade das lavouras.

Também é possível demarcar áreas de plantio, acompanhar o desenvolvimento da safra, monitorar níveis de desmatamento, encontrar nascentes de água, focos de incêndio, entre outras funções.

Villafuertes *et al.* (2018) colocam o uso de *drones* adaptados à agricultura e pecuária, monitorando as lavouras, utilizando imagens de alta resolução para identificar falhas de plantio, sanidade da lavoura, infestação de pragas, problemas com irrigação, déficit hídrico, entre outras funções.

Os *drones* terão função cada vez mais importante em um modelo de agricultura cada vez mais precisa. Segundo Bolfe *et al.* (2020), modelos matemáticos vêm sendo desenvolvidos para processar diferentes variáveis e fornecer um indicativo sobre a probabilidade de ocorrência de determinados eventos nas lavouras, como ocorrência de chuvas, umidade, entre outras variáveis, as quais, para serem bem captadas e melhor utilizadas, devem ser detectadas a tempo e com alta resolução. Isto é possível com o uso de *drones*, os quais podem captar doenças até mesmo em folhas individuais, ou seja, os *drones* utilizados com sensores cada vez mais sofisticados serão capazes de gerar imagens e informações com maior grau de precisão e em grande volume, tornando o cultivo cada vez mais personalizado.

4.3.3 Sensores

A agricultura é uma atividade extremamente dependente do clima, pois depende das chuvas para cobrir a necessidade hídrica das lavouras. Ademais, o clima afeta a relação das plantas com insetos e microrganismos, favorecendo ou não a ocorrência de pragas e doenças. Desta forma, coletar informações é uma forma de saber mais as necessidades das lavouras. E isso pode ser feito por meio de sensores ópticos e/ou térmicos, que fazem a coleta sistemática e contínua de dados meteorológicos para a produção de informações de interesse ou uso agrícola.

Fazem parte dos sistemas que integram de forma coordenada e simultânea as funções de coleta, transmissão e processamento de dados, fornecendo informações agrometeorológicas atualizadas em tempo real. Entre as inúmeras aplicações dos sensores, temos o preparo do solo, semeadura, adubação, irrigação, controle fitossanitário, colheita etc.

Massharuá e Leite (2017) falam das inovações na área de TIC que serão fundamentais nesse processo de aumento da produção sem ampliação significativa da área plantada. Além de outras questões que afetam o contexto, como mudanças climáticas, restrição de recursos naturais, como água e solo. Isso faz da inovação item essencial para as futuras gerações, não somente na quantidade, como na qualidade, visto que a forma como se produz os alimentos também será uma questão cada vez mais importante, considerando uma abordagem mais abrangente, com produção e consumo sustentável, garantindo segurança alimentar, mas menores danos ao meio ambiente.

4.3.4 *Big data* e computação em nuvem

Essa tecnologia se refere aos dados coletados a partir de sensores, *drones* (UAV), satélites, entre outros, os quais levantam um grande volume de dados (*big data*), que demandam uma grande velocidade de transmissão, além de alta capacidade de processamento e armazenamento. Com isso, esses dados são armazenados nas nuvens (*cloud computing*), que se refere à eliminação do custo de compra de *hardware* e *software* e instalação e execução de *datacenters* locais, fornecidos pelos servidores de internet, o que traz diversas vantagens ao produtor, como economia na compra de equipamentos, além da flexibilidade no manuseio da informação (Villafuertes *et al.*, 2018). Ainda, permite o acesso a programas, arquivos e serviços sem a necessidade de instalação de programas, os quais estão abrigados em centros de dados (Souza *et al.*, 2020).

Entretanto, um ponto limitador desta tecnologia se refere à importância da conectividade rural, ou melhor, a ausência desta em boa parte das propriedades rurais, incluindo grandes propriedades, que muitas vezes contam com sinal de internet fraco ou instável. Além de estações meteorológicas e radares, que são escassos em muitas áreas para monitorar o clima.

Entre as vantagens no uso de computação em nuvens, podemos citar a redução de custos, com diminuição dos gastos com energia; economia de espaço, devido ao armazenamento virtual; flexibilidade; atualização constante, na própria nuvem se atualizam os programas e aplicativos; capacidade de armazenamento, facilidade de realizar *backups*; aumento da colaboração; e facilidade em conectar remotamente várias pessoas ao mesmo arquivo (Souza *et al.*, 2020).

Do ponto de vista prático, há também vantagens no uso destas tecnologias quanto à sustentabilidade, com o produtor monitorando a lavoura e sabendo exatamente a existência de uma doença, sua localização e onde deve atuar, não precisando pulverizar toda a lavoura com veneno, visto que seria possível controlar a doença em seu estágio inicial.

4.3.5 Agricultura vertical

A questão do crescimento populacional e maior demanda pelos recursos naturais está presente em muitos estudos que envolvem novas tecnologias na agricultura. A demanda por energia e alimentos, além da necessidade de controle sobre os sistemas produtivos e o impacto da produção de alimentos, somado à escassez de terras e mudanças climáticas, trouxeram a opção da agricultura vertical na pauta das novas discussões do tema. Também conhecida como *vertical farming*, é uma alternativa para produção de alimentos com baixo impacto ambiental e conveniência na disponibilidade local de alimentos (Gianezini, Ruivaro e Fagundes, 2016).

Importante considerar que não se trata de estufas, as quais são utilizadas há algum tempo e com bons resultados. A agricultura vertical promete ultrapassar esse conceito pois permitirá produzir um volume muito maior de alimentos e com capacidade de alimentar maior quantidade de pessoas. Ainda segundo Gianezi *et al.* (2011), uma fazenda vertical é equivalente a um edifício de trinta andares, com cerca de 290 mil metros quadrados, fornecendo alimentos para atender às necessidades de 10 mil pessoas com tecnologias atualmente disponíveis.

Partindo do uso dos conceitos e práticas das estufas, mas no formato de edifícios de vários andares que se transforma em campos agrícolas verticais, a agricultura vertical se vale da iluminação realizada via luz de *light emitting diode* (LED) como substituto à luz natural para a realização da fotossíntese.

Outros autores também se atentam a questão da queda do estoque de terra agricultável *per capita* no longo prazo, como Benke e Tomkins (2017). A perspectiva desta relação é uma queda até 2050, chegando a um terço do disponível em 1970. Os autores lembram que não é apenas a questão populacional que vai implicar no uso da terra, mas também o aumento da extensão de áreas secas (áridas) *drylands*, redução da oferta de água potável, entre outros. Os mesmos autores falam que o modelo de agricultura vertical foi proposto para aumentar a quantidade de terra agricultável, por meio da construção de um prédio com muitos andares. Entre as vantagens, é possível destacar também maior proximidade com o mercado consumidor, o que pode reduzir custos devido à programação da colheita, trazendo maior controle da produção, além da diminuição dos gastos com logística, transporte, armazenagem e perdas decorrentes do transporte.

5 DESIGUALDADE TECNOLÓGICA RURAL

Na seção anterior, foi abordada a questão da inovação tecnológica agrícola. As projeções de expansão da produção agrícola no Brasil e no mundo analisadas nas primeiras seções deste *Texto para Discussão*, em seu conjunto, sugerem uma expansão produtiva de diversas culturas agrícolas (milho, soja, algodão etc.) e criações animais (como bovinos) no decorrer desta década de 2020. Como demonstrado, tais projeções indicam que o aumento da produtividade agrícola e pecuária por área será o fator determinante explicativo dos aumentos de produção, à frente do fator expansão de área cultivada.

A expansão esperada da produtividade na década iniciada será obtida por meio do contínuo processo de inovação tecnológica existente há décadas no âmbito da produção agropecuária. O aumento da produtividade será obtido, em grande medida, por meio de inovações tecnológicas relacionadas a insumos e técnicas tradicionais de produção (por exemplo: melhoramento genético vegetal, melhoramento genético animal, técnicas de manejo do solo, práticas de

fertilização do solo, rotação de culturas, entre outros), as quais em sua maioria serão constituídas de inovações tecnológicas incrementais (por assim dizer), mas também deverá ocorrer em função de inovações tecnológicas menos corriqueiras (da fronteira tecnológica), mais disruptivas, carreadoras de uma mudança paradigmática com relação a determinadas práticas produtivas e gerenciais históricas do meio produtivo agropecuário (se comparadas por exemplo ao aumento de produtividade resultante da utilização de uma nova variedade vegetal com aumento marginal do potencial produtivo existente para uma variedade anterior daquela espécie vegetal).

As inovações desse segundo tipo mencionado foram objeto de consideração na seção anterior, entre elas a agricultura de precisão, a integração lavoura pecuária, a Agricultura 4.0, *big data*, a agricultura vertical, entre outras. Algumas destas tecnologias, como a agricultura de precisão e a ILP, já são objeto de pesquisa e, em alguns casos, difusão tecnológica há pouco mais de vinte anos no Brasil; outras, como o *big data* e a Agricultura 4.0, apesar de alguns aspectos destes conceitos se relacionarem com a agricultura de precisão, são de introdução bem mais recente no âmbito dos estudos, propostas, possibilidade e exemplos práticos de inovações tecnológicas agropecuárias no meio rural brasileiro.

Essas inovações, além dos vários benefícios inerentes a elas (aumento de produtividade, menor uso de insumos, qualidade dos produtos, sustentabilidade ambiental, entre outros), resultarão também, muito provavelmente, em uma ampliação do *gap*/desnível tecnológico existente entre os estabelecimentos agropecuários mais inovadores, usuários do que há de mais moderno em termos de práticas agropecuárias e gerenciais (estado da arte tecnológico), e aqueles mais refratários às inovações. Entre estes últimos, alguns não adotarão novas tecnologias em função de costume/tradição, resistência e desconfiança com relação à inovação, mas muitos não as adotarão por falta de conhecimentos sobre as novidades e, principalmente, falta de condições financeiras para tanto.

Supõe-se que esse desnível tecnológico ocorrerá tanto entre estabelecimentos agropecuários de grande e médio porte (por uma série de fatores; algumas das hipóteses mencionadas no parágrafo anterior), quanto entre os de pequeno porte, ou simplesmente de agricultura familiar. As razões gerais que explicam os possíveis desníveis, no ritmo e na intensidade da adoção, tecnológicos entre grandes e médios estabelecimentos (entre si) não constituem o propósito da análise qualitativa apresentada nesta seção. Os motivos existentes para o desnível tecnológico entre os grandes e médios estabelecimentos não familiares e os pequenos estabelecimentos familiares constituem o foco desta análise.

Realizar uma análise quantitativa abrangente, que inclua a totalidade, ou quase totalidade, dos estabelecimentos agropecuários brasileiros – como realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) no caso dos censos agropecuários – não é factível atualmente. Muitas

destas tecnologias ainda estão em fase de desenvolvimento e a sua adoção, ou ainda não ocorre na prática ou constitui objeto de considerações hipotéticas sobre o futuro, no curto e no médio prazo, da tecnologia utilizada na produção agropecuária. Mesmo as tecnologias e técnicas desenvolvidas, preconizadas e já adotadas, mesmo que em pequena escala, relacionadas a inovações mais antigas entre as citadas na seção anterior (por exemplo, agricultura de precisão), ainda não são objeto de levantamento estatístico em larga escala por parte de instituições como o IBGE. Os dados porventura existentes relacionados a estatísticas que permitam análises sobre a adoção de tais inovações ainda é muito restrito, tanto na escala quanto na difusão da informação e, frequentemente, estão restritos a levantamentos realizados por empresas privadas de algum modo relacionadas com o desenvolvimento, à difusão ou com algum tipo de consultoria sobre tais tecnologias (empresas de consultoria privadas, por exemplo). Em certos casos, grupos de pesquisa de instituições públicas sobre tecnologias específicas realizam levantamentos estatísticos próprios sobre certos aspectos, caso por exemplo do Laboratório de Agricultura de Precisão da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (Esalq/USP).

No caso de tecnologias resultantes de processos de inovação relacionados com áreas do conhecimento consolidadas há muitas décadas (por exemplo, técnicas de manejo do solo, melhoramento genético vegetal e animal, práticas conservacionistas), é possível encontrar algumas estatísticas abrangentes que permitam inferir sobre o desnível tecnológico existente com relação a tais tecnologias entre os estabelecimentos não familiares e os familiares. Na tabela 4, são apresentadas informações do percentual de estabelecimentos familiares e não familiares, no Brasil e nas Grandes Regiões, que utilizam determinados tipos de práticas agrícolas.¹⁶

O número de estabelecimentos com lavouras temporárias foi utilizado para se calcular o percentual de estabelecimentos de cada tipo (familiar e não familiar) que utilizam a prática de rotação de culturas e pousio ou descanso de solos, práticas mais relacionadas a esse tipo de uso do solo. O número de estabelecimentos com nascentes foi utilizado para se calcular a porcentagem do número de estabelecimentos que utilizam a prática de proteção de nascentes e, por último, o número de estabelecimentos com rios ou riachos foi utilizado para se calcular o número de estabelecimentos com mata ciliar para proteger esse tipo de recurso hídrico.

16. No apêndice, são apresentados os dados utilizados para se calcular as porcentagens apresentadas na tabela 4. Entre esses, o número total de estabelecimentos familiares e não familiares que possuíam lavouras temporárias, lavouras permanentes e pastagens e estatísticas do *Censo Agropecuário 2017* (IBGE, 2019) sobre utilização de determinadas práticas agrícolas, como plantio em nível, rotação de culturas, pousio ou descanso de solos, entre outras por estabelecimentos não familiares e familiares – tabelas 6846, 6855, 6860, 6908, 6955 e 6957 de IBGE (2019).

TABELA 4

Estabelecimentos familiares e não familiares que utilizam práticas agrícolas e conservacionistas selecionadas, por tipologia e Grande Região

(Em %)

Variável	Região	Agricultura familiar	Agricultura não familiar	Total
Estabelecimentos agropecuários (com lavouras temporárias) que utilizam a prática de rotação de culturas	Brasil	30,4	34,7	31,3
	Norte	17,8	28,7	19,2
	Nordeste	18,0	19,6	18,2
	Sudeste	39,9	44,3	41,0
	Sul	63,2	65,9	63,6
	Centro-Oeste	31,5	48,8	37,5
Estabelecimentos agropecuários (com lavouras temporárias) que utilizam a prática pousio ou descanso de solos	Brasil	21,8	28,3	23,1
	Norte	20,7	27,1	21,5
	Nordeste	22,5	26,5	23,2
	Sudeste	29,0	37,3	31,2
	Sul	17,2	22,5	18,1
	Centro-Oeste	17,6	35,3	23,7
Estabelecimentos (com nascentes) que utilizam a prática de proteção de nascentes	Brasil	84,0	88,2	85,2
	Norte	89,2	91,9	89,8
	Nordeste	60,3	69,8	62,7
	Sudeste	79,1	85,4	81,2
	Sul	91,6	92,7	91,8
	Centro-Oeste	94,6	97,3	95,8
Estabelecimentos, com rios ou riachos, que utilizam a prática de proteção por mata ciliar	Brasil	74,2	79,4	75,5
	Norte	82,9	87,4	83,7
	Nordeste	56,6	60,7	56,6
	Sudeste	67,9	73,2	67,9
	Sul	93,6	93,4	93,6
	Centro-Oeste	95,6	96,9	95,6

(Continua)

(Continuação)

Variável	Região	Agricultura familiar	Agricultura não familiar	Total
Estabelecimentos agropecuários (com lavouras temporárias) que utilizam plantio direto na palha	Brasil	17,6	21,0	18,3
	Norte	10,2	15,7	10,9
	Nordeste	3,6	4,1	3,7
	Sudeste	14,4	20,1	16,0
	Sul	58,8	63,5	59,6
	Centro-Oeste	20,9	46,7	29,8
Estabelecimentos agropecuários que realizam adubação	Brasil	42,0	43,1	42,3
	Norte	17,3	21,5	18,0
	Nordeste	29,9	31,9	30,3
	Sudeste	59,9	57,9	59,3
	Sul	79,7	65,7	76,6
	Centro-Oeste	27,6	36,1	30,6
Estabelecimentos agropecuários que utilizam agrotóxicos ¹	Brasil	35,8	35,6	35,8
	Norte	23,9	31,6	25,2
	Nordeste	26,5	27,3	26,7
	Sudeste	35,6	37,2	36,1
	Sul	72,3	56,2	68,7
	Centro-Oeste	30,6	36,9	32,9

Fonte: IBGE (2019).

Nota: ¹ O percentual foi obtido pelo somatório dos estabelecimentos agropecuários (de cada categoria) que utilizaram agrotóxicos em 2017 e dos que normalmente utilizam, mas não precisaram utilizar neste ano, dividido pelo total de estabelecimentos agropecuários de cada categoria.

Os dados da tabela 4 não permitem fazer inferências contundentes sobre o desnível tecnológico existente entre a agricultura familiar e a não familiar. Como observado por Souza Filho *et al.* (2004, p. 2),

o universo da agricultura familiar no Brasil é extremamente heterogêneo e inclui, desde famílias muito pobres, que detém, em caráter precário, um pedaço de terra que dificilmente pode servir de base para uma unidade de produção sustentável até famílias com grande dotação de recursos – terra, capacitação, organização, conhecimento etc.

Em outras palavras, isso significa que parte dos estabelecimentos familiares tem condições gerenciais, de conhecimento (por parte dos responsáveis pelo estabelecimento), de acesso à tecnologia e de recursos financeiros para utilizar muitas das tecnologias incluídas na tabela 4.

TEXTO para DISCUSSÃO

Apesar do que foi afirmado no parágrafo anterior, sobre não ser possível fazer inferência categórica sobre o desnível tecnológico existente entre os estabelecimentos da agricultura familiar e da não familiar, ainda assim é possível observar uma tendência geral quanto ao percentual de estabelecimentos familiares que utilizam as tecnologias (ou práticas) elencadas na tabela 4 ser inferior ao percentual dos estabelecimentos não familiares (com exceção de algumas regiões no caso de uso de adubos e agrotóxicos). Em alguns casos, a diferença entre os percentuais é bastante significativa, por exemplo, no caso da utilização do plantio direto na palha nos estabelecimentos do Centro-Oeste.

Isso não significa, entretanto, que se possa afirmar, com algum grau de confiança, que a agricultura familiar é mais atrasada tecnologicamente do que a não familiar. Em primeiro lugar, na tabela 4 são elencadas apenas algumas tecnologias de um amplo universo disponível e utilizada na produção agropecuária. Segundo, os percentuais apresentados na tabela 4 representam o resultado de uma tentativa de indicador, com limitações, para aferição do nível tecnológico dos estabelecimentos por tipologia.

A limitação é maior para alguns dos indicadores obtidos. Por exemplo, no caso dos estabelecimentos que utilizam plantio direto na palha. Optou-se por dividir o número total de estabelecimentos (familiares e não familiares) que utilizam essa prática pelo número total de estabelecimentos com lavouras temporárias da respectiva categoria (familiar e não familiar). Essa escolha se fundamenta no fato de que as principais lavouras nas quais essa prática é convencionalmente utilizada são lavouras temporárias (soja, milho, feijão etc.).

Entretanto, o percentual de estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias para as quais se utiliza o plantio direto na palha não é o mesmo entre as duas categorias de estabelecimentos (familiares e não familiares). A variedade de lavouras temporárias cultivadas pelos agricultores familiares é frequentemente maior do que a existente entre os não familiares. Como afirmam Souza Filho *et al.* (2004, p. 5),

sabe-se que os agricultores familiares buscam reduzir riscos econômicos e alimentares, e que por isso tendem a valorizar a adoção de sistemas mais diversificados e a alocar recursos, em particular tempo de trabalho, para produzir parte dos alimentos que consomem ou da matéria-prima utilizada no estabelecimento.

Outra limitação refere-se aos dados sobre percentual de estabelecimentos que protegem com matas suas nascentes e rios ou riachos. O percentual de estabelecimentos familiares que protegem essas fontes de recursos hídricos é menor para nascentes e rios ou riachos para todas as regiões, com exceção do percentual de estabelecimentos que protegem rios ou riachos na região Sul. No caso dos familiares, um fator não relacionado às condições de acesso ou de adoção de determinada tecnologia ou prática que pode contribuir para esse menor percentual é o tamanho da área disponível para as atividades produtivas do estabelecimento.

Deve-se novamente ressaltar que tais tecnologias (representadas pelas práticas da tabela 4) têm seu uso difundido no meio rural há muito mais tempo do que as tecnologias mencionadas na seção 4 deste texto. Aquelas serão analisadas mais adiante nesta seção. No momento, é oportuno tecer alguns comentários sobre as dificuldades de os agricultores familiares se beneficiarem de modo mais intenso do processo de inovação agropecuária.

Um primeiro fator relevante, e ressaltado em muitos artigos (Peixoto, 2014; Diniz e Hespanhol, 2018; Pereira e Castro, 2021) reside no acesso a um serviço de Assistência Técnica e Extensão Rural (Ater) de qualidade. Os agricultores familiares geralmente recorrem mais ao serviço público de Ater, como atestam alguns autores (Castro e Pereira, 2017) e os dados da tabela 5.

Os dados da tabela 5 indicam que uma menor proporção de estabelecimentos familiares em todas as regiões brasileiras recebe orientação técnica quando comparados aos não familiares. A grande maioria dos estabelecimentos familiares estão incluídos nas duas primeiras categorias de grupos de área da tabela 6, de 0 a 10 e de 10 a 50 ha, justamente as que apresentam o menor percentual de estabelecimentos com recebimento de orientação técnica. A diferença entre o recebimento dos estabelecimentos do grupo de 0 a 10 e o grupo maior que 1.000 ha é particularmente significativo (no agregado para o Brasil, 12,6% e 61,5%).

TABELA 5

Estabelecimentos agropecuários, por categoria e total, que recebem orientação técnica, por tipo (2017)

(Em %)

Origem da orientação técnica recebida	Estabelecimentos que recebem orientação técnica – por tipo		
	Agricultura familiar	Agricultura não familiar	Total
Recebe	18,2	27,0	20,2
Governo (federal, estadual ou municipal)	7,9	6,9	7,6
Própria	3,9	13,8	6,2
Cooperativas	4,7	5,9	5,0
Empresas integradoras	2,9	1,9	2,7
Empresas privadas de planejamento	0,5	0,8	0,6
Organização não governamental (ONG)	0,2	0,2	0,2
Sistema S	0,1	0,2	0,2
Outra	0,9	1,3	1,0
Não recebe	81,8	73,0	79,8

Fonte: IBGE (2019).

TABELA 6**Recebimento de orientação técnica por grupos de área em hectares (2017)**

(Em %)

Grupos de área	Brasil	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
0-10 ha	12,6	6,2	6,6	19,8	33,5	14,8
10-50 ha	26,6	10,7	10,3	30,4	56,1	17,2
50-100 ha	25,9	11,3	11,3	37,9	64,8	18,6
100-1.000 ha	34,9	15,4	18,5	49,9	68,3	34,4
> 1.000 ha	61,5	40,6	50,5	74,5	84,8	64,8
Sem área	4,8	6,0	3,1	17,0	23,0	13,9

Fonte: IBGE (2019).

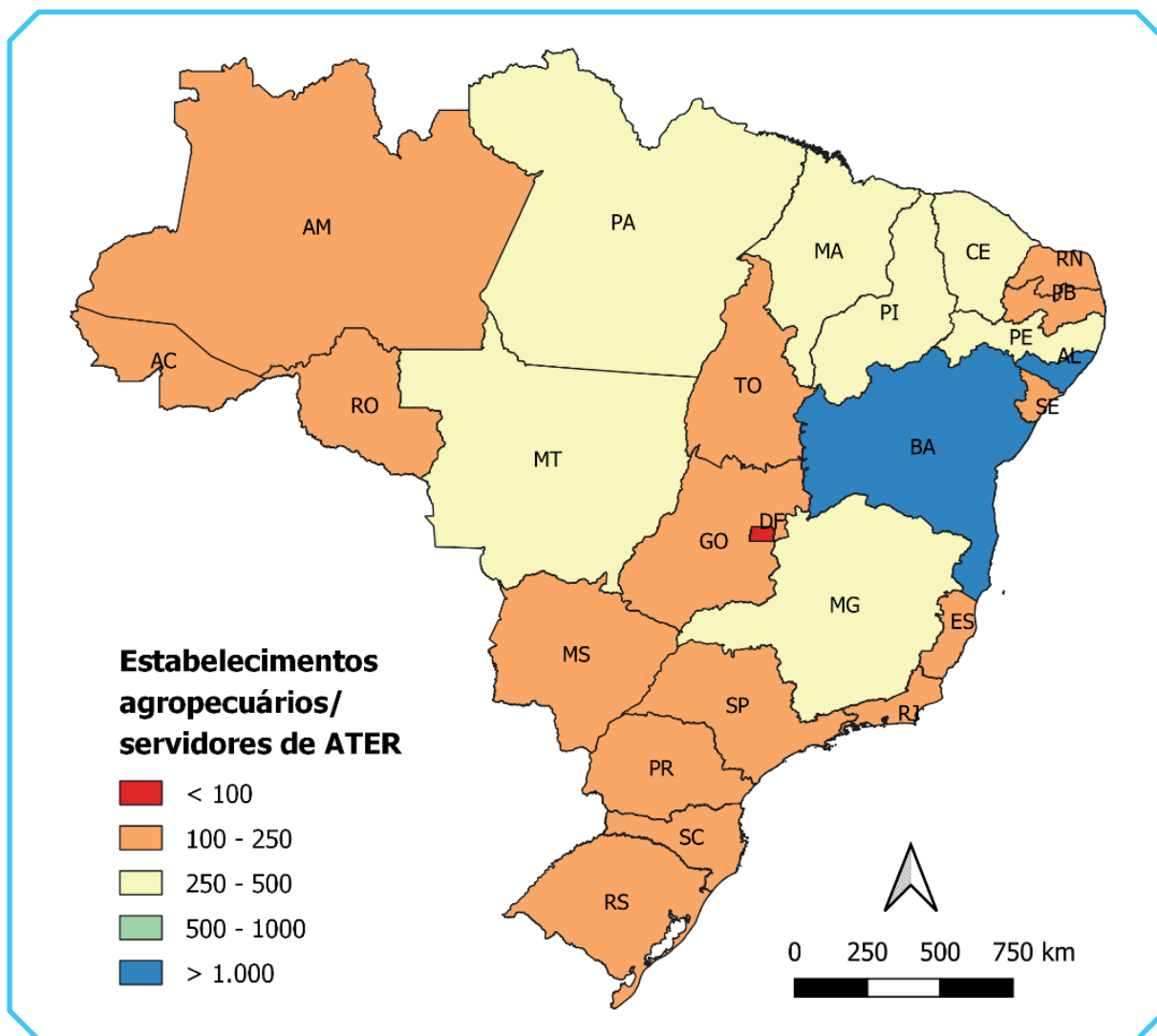
Nesse sentido, a primeira dificuldade dos familiares em utilizar as inovações agropecuárias de modo mais intenso, e em manterem-se atualizados com o estado de arte tecnológico, relaciona-se com as deficiências do processo de difusão tecnológica no Brasil. O mapa 1 fornece indício adicional da dificuldade do acesso dos agricultores familiares aos serviços prestados pelas instituições de Ater públicas brasileiras. Na Bahia, por exemplo, dividindo-se o número de estabelecimentos agropecuários pelo número de servidores da instituição estadual de Ater pública, o resultado é superior a 1 mil. Caso todos os estabelecimentos agropecuários deste Estado recebessem orientação desta instituição, cada um desses servidores teria de atender a 1 mil estabelecimentos. Pouco provável que, nesta situação hipotética, este servidor conseguisse prestar um serviço de qualidade.

Uma segunda limitação refere-se à capacidade de investimento em novas tecnologias. Alguns autores, como Souza Filho *et al.* (2004, p. 15), identificam na limitação de crédito possivelmente o maior entrave à inovação dos familiares.

A grande maioria dos agricultores familiares tem ficado à margem do processo de inovação que poderia responder à insuficiência de mão de obra. Isto se deve a duas causas básicas: de um lado, a nosso ver a mais importante, a falta de financiamento para investimentos, e de outro, a relativa inadequação de muitas tecnologias às necessidades da agricultura familiar.

MAPA 1

Relação entre estabelecimentos agropecuários e servidores de Ater pública nas Unidades Federativas (UFs) (2018)



Fonte: IBGE (2019) e Asbraer, 2017, disponível em: <<http://www.asbraer.org.br/index.php/ind-23>>. Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

O Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf), criado em 1995, surgiu para prestar suporte financeiro aos agricultores familiares para custear tanto a aquisição de insumos, quanto a aquisição de novas tecnologias. Neste sentido, no que diz respeito ao número de agricultores familiares atendidos pelo Pronaf, é inegável que a abrangência conquistada pelo programa nos seus poucos mais de vinte anos de existência é impressionante (tabela 7).

TABELA 7

Estabelecimentos agropecuários, não familiares e familiares, e estabelecimentos atendidos pelo Pronaf (2017)

Brasil e Grandes Regiões	Total	Tipologia				
		Agricultura familiar – não	Agricultura familiar – sim	Agricultura familiar – Pronaf B	Agricultura familiar – Pronaf V	Agricultura familiar – não prorafiano
Brasil	5.073.324	1.175.916	3.897.408	2.732.790	1.138.885	25.733
Norte	580.613	100.038	480.575	319.575	159.729	1.271
Nordeste	2.322.719	483.873	1.838.846	1.640.708	196.509	1.629
Sudeste	969.415	280.470	688.945	401.723	280.820	6.402
Sul	853.314	187.547	665.767	254.157	398.128	13.482
Centro-Oeste	347.263	123.988	223.275	116.627	103.699	2.949

Fonte: IBGE (2019).

De acordo com estatísticas do *Censo Agropecuário 2017* (IBGE, 2019), apenas 25.733 dos 3.897.408 estabelecimentos da agricultura familiar brasileira não eram prorafianos em 2017, o que representa aproximadamente 0,66% do total de estabelecimentos familiares. No Nordeste, região que sozinha conta com mais de 1,8 milhão de estabelecimentos familiares (tabela 7), 99,9% destes são contratantes do Pronaf.

Apesar do sucesso relacionado à abrangência do Pronaf, de quase universalização do programa, isso não significa, por si só, igual sucesso com relação à diminuição da desigualdade tecnológica existente entre a agricultura familiar e a não familiar. Entre outros motivos, o Pronaf não se constitui em programa crédito relacionado apenas a investimentos na aquisição de equipamentos/tecnologias; parte considerável dos recursos do Pronaf são destinados ao custeio da safra (tabela 8).

Não que o custeio não possa ter relação também com o aprimoramento tecnológico de um estabelecimento agropecuário e de sua atividade produtiva. O crédito de custeio do Pronaf pode ser utilizado, por exemplo, para comprar sementes melhoradas, defensivos modernos, entre outros. Apesar disso, o crédito em sua essência é utilizado para custear a aquisição de insumos necessários para cada safra e, nesse sentido, no caso de um ambiente produtivo pouco propício para inovações, frequentemente o crédito é utilizado como financiador da reprodução das condições produtivas existentes. Os valores totais dos créditos de custeio e investimento e o número de contratos realizados entre janeiro de 2013 e julho de 2021 são apresentados na tabela 8.

TABELA 8

Brasil e Grandes Regiões: valor contratado e número de contratos do Pronaf (jan./2013-jul./2021)

Brasil e Grandes Regiões	Pronaf					
	Número de contratos	Custeio		Número de contratos	Investimento	
		Valor total contratado (R\$ 1 mil)	Valor médio por contrato		Valor total contratado (R\$ 1 mil)	Valor médio por contrato
Brasil	4.581.436	104.990.697,4	22.916,5	9.193.747	102.334.981,8	11.130,9
Norte	134.257	3.705.642,9	27.601,1	407.340	11.320.428,3	27.791,1
Nordeste	510.435	5.570.627,2	10.913,5	6.493.776	25.139.588,7	3.871,3
Sudeste	727.621	16.831.859,8	23.132,7	1.178.710	19.462.307,8	16.511,5
Sul	2.983.652	72.348.514,9	24.248,3	931.789	38.047.644,3	40.832,9
Centro-Oeste	225.471	6.534.052,4	28.979,6	182.132	8.365.012,8	45.928,3

Fonte: BCB, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3vQl6Yg>>.

Pouco mais de metade do valor total de crédito de custeio e investimentos do Pronaf¹⁷ entre 2013 e julho de 2021 (tabela 8) foi destinado para o custeio. O valor total do crédito de investimento (mais de R\$ 100 bilhões no período analisado) pode oferecer uma visão distorcida do estímulo existente, por meio da concessão de crédito, para a promoção da inovação no âmbito da agricultura familiar brasileira. Caso se utilize como referência o valor por contrato do crédito de investimento, qualquer tipo de distorção analítica é rapidamente dirimida. O valor médio de crédito de investimento do Pronaf para a região Nordeste no período foi igual a pouco mais de R\$ 3,8 mil, região na qual se localizam quase 50% do total de estabelecimentos da agricultura familiar brasileiros (tabela 7). Atualmente, setembro de 2021 (momento de finalização da escrita deste texto), um computador de especificação padrão não custa menos que R\$ 2 mil.¹⁸

17. O Pronaf também possui linhas creditícias relacionadas à comercialização de produtos agropecuários e relacionados a atividades agroindustriais. Os montantes financeiros destas linhas são, contudo, bem inferiores aos montantes disponibilizados para custeio e investimento. Entre janeiro de 2013 e julho de 2021, de acordo com dados do BCB, o montante total do crédito de comercialização do Pronaf para o Brasil inteiro foi igual a R\$ 890.936.963,98 (menos de 1% do valor total de crédito de custeio – tabela 8) e o de crédito direcionado à atividade industrial da agropecuária familiar foi igual a R\$ 4.538.051.865,68 (menos de 5% do crédito total de custeio – tabela 8).

18. Valores pesquisados no dia 27 de setembro de 2021 por meio da utilização de endereços da internet que oferecem o serviço de busca e comparação de preços de produtos em diversos estabelecimentos comerciais. Como referência para o que se considerou como padrão: processador Intel Core i3, 4 GB de memória de acesso aleatório (Random Access Memory – RAM), HD de 500 GB, monitor (tela) de 14 polegadas, teclado e *mouse* com fio.

Considera-se, a partir da referência do preço de um computador padrão de mercado (quando se fala em padrão não se tem em mente o referencial da classe média alta e muito menos alta) o valor médio do contrato de investimento do Pronaf verificado para a região Nordeste como muito baixo. Por certo, ao se fazer tal assertiva, está-se ciente da realidade do perfil socioeconômico médio dos agricultores familiares desta região (caracterizá-los foge um pouco ao escopo deste trabalho, além do que o estenderia em demasia), agricultores com renda familiar média muito baixa. A título de rápido referencial de renda dos agricultores familiares nordestinos basta se observar o número destes participantes do Pronaf B em 2017 (tabela 7).

O Pronaf B financia agricultores familiares que tenham obtido renda bruta familiar de até R\$ 23 mil, nos doze meses de produção normal que antecederam a solicitação da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP). Mais de 1,6 milhão de estabelecimentos familiares nordestinos faziam parte do Pronaf B em 2017 (tabela 7).

Independentemente dessa caracterização, considera-se válido o argumento de que o valor tão baixo de crédito de investimento constitui indício, por si só, da precariedade do processo de adoção de novas tecnologias. Mais uma vez se ressaltando que quando se fala em processo de adoção de novas tecnologias, de modernização do estabelecimento agropecuário, da gestão e dos equipamentos e técnicas relacionadas a atividades produtivas do estabelecimento, está-se fazendo referência, antes de mais nada, de tecnologias, da gestão, utilizadas e existentes há algum tempo (pode-se dizer de uso consolidado) no âmbito dos estabelecimentos de agricultores não familiares.

Caso se considerem as tecnologias (exemplo: agricultura de precisão) e práticas de gestão (exemplo: *smart farming*; *big data*) mencionadas ao longo da seção 4 deste artigo, exemplares de um modelo emergente, e em alguns aspectos revolucionários no sentido paradigmático, os argumentos apresentados nas últimas páginas tornam-se ainda mais contundentes.

Como se afirmou no início desta seção, inexistem avaliações abrangentes sobre o uso destas práticas e tecnologias emergentes/disruptivas no meio rural brasileiro. A pesquisa/base de dados de caracterização socioeconômica e de usos e práticas dos agricultores brasileiros e de seus estabelecimentos mais abrangente, o censo agropecuário do IBGE, ainda não inclui perguntas relacionadas a tais tecnologias e práticas. O que existe, para algumas destas tecnologias, são levantamentos estatísticos localizados.

No caso da agricultura de precisão, por exemplo, Molin (2017) apresenta informações sobre o mercado brasileiro, à época (de 2017, logo, supõe-se que os dados não estejam muito desatualizados), de agricultura de precisão.

A própria delimitação geográfica do levantamento sobre agricultura de precisão utilizada para elaboração de Molin (2017) indica a região de abrangência dos estabelecimentos agropecuários que utilizam alguma tecnologia relacionada à agricultura de precisão. Foram realizadas entrevistas com 992 produtores de soja e de milho localizados na região Sul (429), Cerrado (415) e Matopiba (148). Não são apresentadas informações sobre o perfil socioeconômico dos produtores entrevistados, nem sobre características dos seus estabelecimentos agropecuários. Mas em função da região de localização das propriedades dos entrevistados, das lavouras cultivadas nestas propriedades (soja e milho) e dos custos de aquisição de equipamentos e de serviços relacionados à agricultura de precisão,¹⁹ supõe-se (com elevado grau de confiança) que os produtores selecionados fazem parte de um grupo de proprietários de grandes estabelecimentos agropecuários. Pouco provável que algum agricultor familiar tenha feito parte da amostra (talvez, algum agricultor familiar na região Sul). Desses 992 produtores respondentes, 45% afirmaram utilizar alguma técnica de agricultura de precisão em seu estabelecimento.

Sobre a utilização da tecnologia de agricultura de precisão, sob alguma forma, pelos agricultores familiares, não existem informações sobre isso, seja em bases estatísticas, seja na literatura, mas, pelos motivos expostos no parágrafo anterior, acredita-se que a adoção seja nula ou praticamente nula. Apesar de os custos envolvidos com a agricultura de precisão serem elevados, principalmente considerando-se o perfil de muitos dos agricultores familiares brasileiros, isso não significa que os benefícios propugnados pela agricultura de precisão constituam algo intangível para esses agricultores. As barreiras existentes à adoção desta, ou de quaisquer outras inovações agropecuárias, custo, conhecimento, ou de qualquer outra natureza, não são intransponíveis.

A partir disso, considera-se outra tecnologia, ou melhor dizendo, um conjunto de práticas e tecnologias agregadas sob o termo Agricultura Inteligente ou Agricultura 4.0, a qual tem relação com à agricultura de precisão (e também com o *big data*), mas ultrapassa essa em sua abrangência, a névoa, representada pela falta de dados, sobre a realidade brasileira quanto ao “estado da arte” da Agricultura Inteligente no Brasil, que é ainda maior do que a mencionada no caso da agricultura de precisão. O cerne da proposta da Agricultura 4.0 é a de utilizar dados e informações em tempo real para otimizar todas as etapas do processo produtivo agropecuários, seja dentro ou fora da porteira. Parte desta gestão mais eficiente envolve o uso de computadores, *software* e o acesso a serviços digitais (por meio da internet) para obtenção e registro de dados

19. Os custos relacionados à adoção de práticas ou de equipamentos ligados à agricultura de precisão são de três tipos: 1 - custos operacionais (amostragem e análise do solo, geração de mapas, aplicação à taxa variável); 2 - custos dos insumos usados para melhoria da fertilidade da área e defensivos agrícolas; e 3 – custo de máquinas e equipamentos. Com relação a custos específicos da agricultura de precisão, esses concentram-se nos itens 1 e 3 listados acima (os custos do tipo 2, que incluem insumos como adubos, defensivos etc. não são relacionados apenas a ela).

TEXTO para DISCUSSÃO

relativos a etapas do ciclo produtivo (temperatura, previsão de chuvas, monitoramento de pragas e doenças, entre diversos outros).

Um computador com acesso à internet, o acesso a alguns sítios eletrônicos (sobre fenômenos climáticos, por exemplo) e um agricultor/gestor agrícola com um mínimo de treinamento pode beneficiar um estabelecimento agropecuário, não importa o seu tamanho, com custo relativamente baixo e incluir tal estabelecimento na prática da Agricultura Inteligente.

As limitações para a adoção da Agricultura Inteligente são de naturezas diversas e a análise mais detalhada sobre isso foge ao escopo deste estudo. De todo modo, apenas a título de rápido exemplo, a limitação pode ser de natureza para aquilo que no meio urbano é considerado trivial, como o acesso à energia elétrica. Muitos estabelecimentos agropecuários no Brasil ainda não o têm, pelo menos ainda não o tinham em 2017 (tabela 9). Ou seja, mesmo para ligar um equipamento cada vez mais ubíquo no meio urbano, como um computador, fontes alternativas de energia elétrica são requeridas para cerca de 14% dos estabelecimentos no Brasil (tabela 9); entre os estabelecimentos familiares na região Norte esse percentual sobe para aproximadamente 22%, o que em função da realidade Amazônica não surpreende que seja maior do que o verificado para o restante do país.

TABELA 9

Estabelecimentos agropecuários total e que não tinham energia elétrica em 2017

Brasil e Grandes Regiões	Tipologia					
	Total		Agricultura familiar – não		Agricultura familiar – sim	
	Total	Não tinham	Total	Não tinham	Total	Não tinham
Brasil	5.073.324	830.785	1.175.916	185.873	3.897.408	644.912
Norte	580.613	159.317	100.038	22.736	480.575	136.581
Nordeste	2.322.719	472.115	483.873	102.775	1.838.846	369.340
Sudeste	969.415	97.271	280.470	29.188	688.945	68.083
Sul	853.314	71.735	187.547	21.144	665.767	50.591
Centro-Oeste	347.263	30.347	123.988	10.030	223.275	20.317

Fonte: IBGE (2019).

Um último aspecto a ser exposto nesta seção relaciona-se com o potencial benefício do cooperativismo sobre a inovação tecnológica dos agricultores familiares e a possível diminuição da defasagem tecnológica com relação aos não familiares. A inovação tecnológica em geral (não apenas às das tecnologias emergentes elencadas na seção 4) requer, como se argumentou neste texto, alguns elementos que a suportem, espécies de pilares de sustentação do processo de inovação: geração e difusão tecnológica. Este *Texto para Discussão*, especificamente esta seção, abordou

a questão da difusão tecnológica: acesso ao conhecimento sobre as novas tecnologias (Ater) e o crédito que financie sua adoção.

Em função das deficiências no Brasil quanto ao primeiro fator citado na última frase do parágrafo anterior, Ater, e das limitações de crédito e de renda que permitam maiores investimentos por parte de muitos agricultores familiares na adoção de inúmeras tecnologias de produção (inclusive as analisadas na seção 4), o cooperativismo pode ser uma alternativa a mitigar em parte essa dupla limitação aqui mencionada.

No Brasil, a proporção de agricultores, familiares ou não familiares, cooperados é relativamente baixa (tabela 10). Cerca de 14,2% dos estabelecimentos não familiares e 10,6% dos familiares são vinculados a cooperativas. Na região Sul, onde esse modelo de cooperação foi mais bem-sucedido, esses percentuais atingem, respectivamente, cerca de 35,0% e 37,2%. No Nordeste, ao contrário, apenas 1,9% dos estabelecimentos não familiares e 1,3% dos familiares são cooperados.

TABELA 10

Estabelecimentos agropecuários cooperados – total, agricultura não familiar e agricultura familiar (2017)

Brasil e Grandes Regiões	Tipologia					
	Total		Agricultura familiar – não		Agricultura familiar – sim	
	Total	Cooperativa	Total	Cooperativa	Total	Cooperativa
Brasil	5.073.324	579.438	1.175.916	167.133	3.897.408	412.305
Norte	580.613	20.309	100.038	4.767	480.575	15.542
Nordeste	2.322.719	33.592	483.873	9.380	1.838.846	24.212
Sudeste	969.415	165.630	280.470	65.501	688.945	100.129
Sul	853.314	313.763	187.547	65.727	665.767	248.036
Centro-Oeste	347.263	46.144	123.988	21.758	223.275	24.386

Fonte: IBGE (2019).

O baixo percentual de agricultores familiares cooperados no Nordeste, e a significativa discrepância dessa proporção com a equivalente para a região Sul, gera curiosidade em entender o porquê de tamanha diferença. Soares e Pires (2018) analisaram o que eles consideram a “crise” nas cooperativas agrícolas nordestinas. Em seu texto, esses autores apresentam o resultado de estudos de caso realizados sobre diferentes cooperativas agrícolas nordestinas com foco nos processos de gestão e governança, acesso a mercados, Ater e participação dos cooperados nas decisões da cooperativa. Nas considerações finais, Soares e Pires (2018, p. 105, grifo nosso) concluem que:

embora as cooperativas estudadas neste trabalho tenham manifestado, por meio dos diversos discursos dos seus gestores e associados, um forte desejo de investir em novas tecnologias, de desenvolver novos produtos, de ampliar a produção e de conquistar novos mercados, poucas são capazes de implementar tais mudanças. A ausência de assistência técnica, a baixa participação dos associados, a inexistência de capital de giro, aliadas à falta de profissionais com expertise no campo de gestão de negócios agrícolas inviabilizam a consolidação do negócio, indicando as fragilidades na gestão do empreendimento coletivo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pandemia ocasionada pelo coronavírus trouxe muitas incertezas para o mundo atual, inclusive quanto ao consumo e à produção de alimentos, a qual vinha em ritmo crescente há certo tempo, puxada principalmente pelo aumento populacional, como também por ganhos de renda, que promovem incrementos na dieta das pessoas, como maior consumo de carnes e laticínios.

Talvez o crescimento não seja o mesmo do pronunciado em projeções elaboradas na era pré-pandemia, mas de toda forma, a população segue crescendo e a demanda por itens como soja, milho, trigo, carnes, açúcar, entre outros, devem continuar a crescer. Principalmente nos países mais populosos, os quais geralmente se encontram em estágios menos avançados do desenvolvimento, apresentando uma dieta ainda rica em açúcares e outros produtos que utilizam em grande medida soja e milho na sua cadeia produtiva.

Desta forma, este *Texto para Discussão* buscou levantar as projeções para a próxima década (2020-2029) baseando-se nos estudos da OECD e FAO e do Mapa. Assim, foram apresentados dados de produção, consumo, exportações de cultivos como soja, milho, algodão e açúcar, além da carne bovina.

Em ambos os estudos, bem como no estudo do USDA, a participação do Brasil nesses cultivos seguirá importante e isso continuará pressionando nossas terras. Seguir participando do comércio mundial, considerando a demanda crescente, vai requerer forte uso de tecnologias, para não se valer da expansão crescente na área plantada. Assim, somente será possível atender a demanda baseando-se em maior medida no aumento da produtividade por área cultivada, como o próprio relatório do Mapa anuncia.

Além disso, deve-se atentar para o fato de que respeitar as normas ambientais, de forma a garantir a preservação de mercados exigentes, bem como conquistar novos mercados, tornou-se

uma necessidade, visto que a questão ambiental deixou de ser um *plus*, mas se tornou um imperativo para a realização de negócios em vários lugares do mundo. Para tal, os produtores deverão utilizar as tecnologias que intensificam ganhos de produtividade e poupam a terra, bem como considerem os impactos ambientais e modos de produção mais ambientalmente sustentáveis. Algumas dessas práticas agrícolas e tecnologias vêm sendo utilizadas no Brasil há algum tempo, como plantio direto, agricultura de precisão e sistema de ILP. Outros tantos vêm surgindo na esteira da Agricultura 4.0, nova modalidade de produção que considera as tecnologias da informação no processo produtivo.

As tecnologias da Agricultura 4.0, ou também conhecida como agricultura digital, se referem ao uso de *drones*, sensores, *big data*, análise de dados, agricultura vertical, entre outras tendências que demandam principalmente conectividade no campo, visto que o produtor precisa ao menos de uma conexão via rádio para ter acesso a aplicativos e demais tecnologias. Para que os produtores avancem nessa nova fase, que pode trazer bons frutos à produção agrícola brasileira, mas também ao meio ambiente, é necessário investir no acesso as novas tecnologias e, principalmente, ao acesso à internet no campo.

Ademais, é de suma importância capacitar as pessoas para a utilização das novas tecnologias, posto que a automação vai se intensificar, mas ao mesmo tempo novos campos de trabalho se abrem, como a criação de aplicativos para o campo. De toda forma, as tecnologias podem colaborar para manter o Brasil em uma posição de destaque na produção e comércio mundial, mas se não forem implementadas de forma coordenada, podem aprofundar o abismo existente entre o pequeno produtor e o grande produtor, cerceando ainda mais a capacidade do primeiro de participar das cadeias produtivas e comercializar seus produtos diante de mercados cada vez mais competitivos.

REFERÊNCIAS

ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SILVA, L. X. Agricultura de precisão: inovação para a produção mundial de alimentos e otimização de insumos agrícolas. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 13, n. 29, p. 146-161, 2017.

BALBINOT JÚNIOR, A. A. *et al.* Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, set. 2009.

BARBOSA, R. J.; PRATES, I. **Efeitos do desemprego, do auxílio emergencial e do programa emergencial de preservação do emprego e da renda (MP nº 936/2020) sobre a renda, a pobreza e a desigualdade durante e depois da pandemia**. Brasília: Ipea, 2020. (Nota Técnica, n. 69).

BELANDI, C. IBGE retrata cobertura natural dos biomas do país de 2000 a 2018. **Agência IBGE Notícias**, 24 set. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3J0Obns>>.

BENKE, K.; TOMKINS, B. Future food-production systems: vertical farming and controlled-environment agriculture. **Sustainability: science, practice and policy**, v. 13, n. 1, p. 13-26, nov. 2017.

BOLFE, E. L. *et al.* Desafios, tendência e oportunidades em agricultura digital no Brasil. *In*: MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília: Embrapa, 2020.

BRASIL. **Projeções do Agronegócio**: Brasil 2019/20 a 2029/30 – projeções de longo prazo. Brasília: Mapa, 2020.

CAMPOS, N. G. S. **Smart and Green**: um *framework* de internet das coisas para agricultura inteligente. 2020. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

CASTRO, C. N.; PEREIRA, C. N. **Agricultura familiar, assistência técnica e extensão rural e política nacional de Ater**. Brasília: Ipea, 2017.

DINIZ, R. F.; HESPANHOL, A. N. Reestruturação, reorientação e renovação do serviço extensionista no Brasil: a (difícil) implementação da Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER). **Extensão Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 7-30, 2018.

FRACCAROLI, E. S. **Alocação de tarefas para a coordenação de robôs heterogêneos aplicados à agricultura de precisão**. 2018. Tese (Doutorado) – Universidade de São Carlos, São Paulo, 2018.

FREITAS, R. E. Agricultural support in OECD-reported countries from 2000 to 2019. **International Journal of Agricultural Economics**, v. 6, n. 5, p. 218-226, 2021.

FREITAS, R. E.; MENDONÇA, M. A. A. Expansão agrícola no Brasil e a participação da soja: 20 anos. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 54, n. 3, p. 497-516, 2016.

FUKASE, E.; MARTIN, W. Who will feed China in the 21st century? Income growth and food demand and supply in China. **Journal of Agricultural Economics**, v. 67, n. 1, p. 3-23, 2016.

GASQUES, J. G. *et al.* Produtividade da agricultura brasileira: a hipótese da desaceleração. *In*: VIEIRA FILHO, J. E. R.; GASQUES, J. G. (Org.). **Agricultura, transformação produtiva e sustentabilidade**. Brasília: Ipea, 2016. p. 143-164.

GIANEZINI, M.; RUVIARO, C. F.; FAGUNDES, P. M. A proposta da agricultura vertical no âmbito das perspectivas de produção sustentável. **Revista Espacios**, v. 37, n. 22, p. 15, 2016.

GLERIA, A. A. *et al.* Produção de bovinos de corte em sistemas de integração lavoura pecuária. **Archivos de Zootecnia**, v. 66, n. 253, p. 141-150, 2017.

GRAESSER, J. *et al.* Cropland/pastureland dynamics and the slowdown of deforestation in Latin America. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 3, 2015.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2017**: resultados definitivos. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3DfApun>>.

_____. **Contas de ecossistemas**: o uso da terra nos biomas brasileiros (2000-2018). Brasília: IBGE, 2020. (Contas Nacionais, n. 73). Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101753.pdf>>.

_____. **Produção Agrícola Municipal**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>.

IICA – INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERAÇÃO PARA A AGRICULTURA; BID – BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO. **Conectividade rural na América Latina e no Caribe**: uma ponte para o desenvolvimento sustentável em tempos de pandemia. San José: IICA, 2020.

KICHEL, A. N. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. *In*: BUNGENSTAB, D. J. *et al.* (Ed.). **ILPF**: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília: Embrapa, 2019. p. 49-58.

LIU, H. *et al.* Spatio-temporal evolution of population and urbanization in the countries along the Belt and Road 1950-2050. **Journal of Geographical Sciences**, v. 28, p. 919-936, 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0: rumo à agricultura digital. *In*: MAGNONI JÚNIOR, L. *et al.* (Org.). **JC na escola ciência, tecnologia e sociedade**: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p. 28-35.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* (Ed.). **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília: Embrapa, 2020a. 407 p.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente. *In*: MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* (Ed.). **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília: Embrapa, 2020b. p. 20-45.

MOLIN, J. P. **Agricultura de precisão**: números do mercado brasileiro. Piracicaba: USP; Esalq, 2017. (Boletim Técnico, n. 3).

OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT; FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Agricultural Outlook 2017-2026**: special focus – Southeast Asia. Paris: OECD Publishing, 2017.

_____. **Agricultural Outlook 2018-2027**: special focus – Middle East and North Africa. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2018.

_____. **Agricultural Outlook 2019-2028**: special focus – Latin America. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2019.

_____. **Agricultural Outlook 2020-2029**. Paris: OECD Publishing; Rome: FAO, 2020.

PEIXOTO, M. Mudanças e desafios da extensão rural no Brasil e no mundo. *In*: BUAINAIN, A. M. *et al.* (Ed.). **O mundo rural no Brasil do século 21**: a formação de um novo padrão agrário e agrícola. Brasília: Embrapa, 2014. p. 891-924.

PEREIRA, C. N.; CASTRO, C. N. **Assistência técnica na agricultura brasileira**: uma análise sobre a origem da orientação técnica por meio do Censo Agropecuário 2017. Brasília: Ipea, 2021. (Texto para Discussão, n. 2704).

PINTO, H. E.; FERREIRA, M. D. P.; TEIXEIRA, S. M. Adoção de tecnologias em agricultura de precisão por produtores de soja em Goiás e Distrito Federal. **Revista Espacios**, Caracas, v. 38, n. 31, p. 33-48, 2017.

QUINZANI, M. A. D. O avanço da pobreza e da desigualdade social como efeitos da crise da Covid-19 e o estado de bem-estar social. **Boletim de Conjuntura**, Boa Vista, ano 2, v. 2, n. 6, p. 43-47, 2020.

SCHADECK, F. A. **Fertilidade do solo e viabilidade técnica-econômica da agricultura de precisão na região das Missões-RS**. 2015. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2015.

SEIXAS, M. A.; CONTINI, E. **Internet das coisas (IoT)**: inovação para o agronegócio. Brasília: SIM, 2017. (Diálogos Estratégicos).

SILVA, H. J. T. *et al.* Aspectos técnicos e econômicos da produção de etanol de milho no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, ano 19, n. 4, p. 142-159, 2020.

SOARES, L. A. S.; PIRES, M. L. L. S. Análise dos processos de crise nas cooperativas agrícolas do Nordeste do Brasil. **Cadernos de Ciências Sociais da UFRPE**, Recife, v. 1, n. 12, p. 83-110, 2018.

SOUZA, K. X. S. *et al.* Agricultura digital: definições e tecnologias. *In*: MASSRUHÁ, S. M. F. S. *et al.* (Ed.). **Agricultura digital**: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília: Embrapa, 2020. p. 46-66.

SOUZA FILHO, H. M. *et al.* Agricultura familiar e tecnologia no Brasil: características, desafios e obstáculos. *In*: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, SOCIOLOGIA E ADMINISTRAÇÃO RURAL, 42., 2004, Cuiabá. **Anais...** Brasília: Sober, 2004.

SPERA, S. Agricultural intensification can preserve the Brazilian cerrado: applying lessons from Mato Grosso and Goiás to Brazil's last agricultural frontier. **Tropical Conservation Science**, v. 10, p. 1-7, 2017.

UNITED NATIONS. **Growing at a slower pace, world population is expected to reach 9.7 billion in 2050 and could peak at nearly 11 billion around 2100.** New York: UNDESA, 2019.

USDA – UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **USDA Agricultural projections to 2030.** Washington: USDA, 2021.

VIEIRA FILHO, J. E. R. **Expansão da fronteira agrícola no Brasil:** desafios e perspectivas. Rio de Janeiro: Ipea, 2016. (Texto para Discussão, n. 2223).

_____. **Efeito poupa-terra e ganhos de produção no setor agropecuário brasileiro.** Brasília: Ipea, 2018. (Texto para Discussão, n. 2386).

VILELA, L. *et al.* Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1127-1138, out. 2011.

VILLAFUERTE, A. *et al.* Agricultura 4.0: estudos de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TECHNOLOGICAL INNOVATION, 9., Aracaju, 2018. **Anais...** Aracaju: Isti; Simtec, 2018.

APÊNDICE

TABELA A.1

Brasil e Grandes Regiões: estabelecimentos agropecuários e características selecionadas (2017)

Variável	Região	Agricultura familiar	Agricultura não familiar	Total
Número de estabelecimentos agropecuários	Brasil	5.073.324	1.175.916	3.897.408
	Norte	580.613	100.038	480.575
	Nordeste	2.322.719	483.873	1.838.846
	Sudeste	969.415	280.470	688.945
	Sul	853.314	187.547	665.767
	Centro-Oeste	347.263	123.988	223.275
Número de estabelecimentos agropecuários com lavouras temporárias	Brasil	2.434.616	592.030	3.026.646
	Norte	233.173	32.656	265.829
	Nordeste	1.335.081	309.467	1.644.548
	Sudeste	289.877	107.776	397.653
	Sul	513.361	108.681	622.042
	Centro-Oeste	63.124	33.450	96.574
Número de estabelecimentos agropecuários (com + 50 pés) de lavoura permanente	Brasil	644.999	169.811	814.810
	Norte	130.497	19.059	149.556
	Nordeste	230.687	63.095	293.782
	Sudeste	206.133	69.261	275.394
	Sul	66.106	14.512	80.618
	Centro-Oeste	11.576	3.884	15.460
Número de estabelecimentos agropecuários com efetivo da pecuária	Brasil	3.089.452	917.204	4.006.656
	Norte	349.934	82.602	432.536
	Nordeste	1.446.739	364.975	1.811.714
	Sudeste	529.887	215.115	745.002
	Sul	555.351	143.852	699.203
	Centro-Oeste	207.541	110.660	318.201

(Continua)

(Continuação)

Variável	Região	Agricultura familiar	Agricultura não familiar	Total
Número de estabelecimentos agropecuários com nascentes – protegidas por matas	Brasil	933.591	377.992	1.311.583
	Norte	164.132	45.053	209.185
	Nordeste	89.219	33.703	122.922
	Sudeste	233.171	126.832	360.003
	Sul	367.698	106.211	473.909
	Centro-Oeste	79.371	66.193	145.564
Número de estabelecimentos agropecuários com rios ou riachos – protegidos por matas	Brasil	1.280.562	465.105	1.745.667
	Norte	240.909	57.610	298.519
	Nordeste	291.598	87.887	379.485
	Sudeste	245.608	123.801	369.409
	Sul	377.715	111.728	489.443
	Centro-Oeste	124.732	84.079	208.811

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Disponível em: <<https://bit.ly/3DfApun>>. Elaboração dos autores.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

EDITORIAL

Chefe do Editorial

Aeromilson Trajano de Mesquita

Assistentes da Chefia

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

Supervisão

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Revisão

Bruna Oliveira Ranquine da Rocha

Carlos Eduardo Gonçalves de Melo

Elaine Oliveira Couto

Lis Silva Hall

Mariana Silva de Lima

Marlon Magno Abreu de Carvalho

Vivian Barros Volotão Santos

Débora Mello Lopes (estagiária)

Rebeca Raimundo Cardoso dos Santos (estagiária)

Editoração

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Mayana Mendes de Mattos

Mayara Barros da Mota (estagiária)

Capa

Aline Cristine Torres da Silva Martins

Projeto Gráfico

Aline Cristine Torres da Silva Martins

The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



ipea Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

MINISTÉRIO DA
ECONOMIA



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL