

Tecnologia e sustentabilidade no agronegócio brasileiro: um futuro desafiador

Technology and Sustainability in Brazilian Agribusiness: A Challenging Future

Marcelo Costa Soares¹



RESUMO: Este artigo analisa a relação entre tecnologia e sustentabilidade no que diz respeito ao uso de inovação no setor brasileiro de agronegócio, que visa ao aumento de produtividade de modo sustentável diante do crescimento da demanda global por alimentos e da restrição da oferta de terras cultiváveis. Vale dizer que o objetivo é refletir sobre dados que apontam ser a tecnologia mera ferramenta auxiliar para resolver problemas ambientais, mas ao mesmo tempo um desafio para questões socioeconômicas, devido à falta de capital humano especializado, em especial e não somente, em áreas rurais do país. A proposição de alternativas em políticas públicas e investimentos privados passa pela necessidade de se enxergar o agronegócio brasileiro não somente dentro de uma esfera ambiental, mas, sobretudo, diante de um cenário socioeconômico que poderá impactar o futuro do atual destaque do Brasil nesse setor.

PALAVRAS-CHAVE: Agronegócio, capital humano, conhecimento, desenvolvimento sustentável, tecnologia.

ABSTRACT: This article analyzes the relationship between technology and sustainability with regard to the use of innovation in the Brazilian agribusiness sector, which aims to increase productivity in a sustainable way in the face of the growing world demand for food and the current limitations of arable land. It is noteworthy that the intention is to reflect on data that indicate that technology is a mere auxiliary tool to solve environmental problems, but at the same time, a socioeconomic challenge, due to the lack of specialized human capital, mainly and not only, in rural areas of the country. The proposition of alternatives in public policies and private investments involves the need to see the Brazilian agribusiness industry not only in the environmental sphere, but, above all, in the face of a socioeconomic scenario that may impact the future of Brazil's current prominence in this sector.

KEYWORDS: Agribusiness, human capital, knowledge, sustainable development, technology.



¹ Mestrando em Direito e Tecnologia pela Escola de Direito de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV DIREITO SP). Pós-graduado em Compliance Digital pela Universidade Presbiteriana Mackenzie de São Paulo, com MBA Executivo em Marketing pela Escola Superior de Propaganda e Marketing de São Paulo (ESPM/SP). Bacharel em Direito pela Universidade Paulista (Unip). Bachelor of Science in Business Administration pela American University of Rome (AUR) na Itália e especialista em Executive Management pela Ohio University - Athens, nos Estados Unidos. Advogado e orientador no Centro de Estudos Jurídicos Júnior (CEJUR FGV).

INTRODUÇÃO

Terras férteis são cada vez mais escassas. Isso se torna um desafio para o uso sustentável de recursos naturais, que visa ao aumento da produtividade agrícola para atender à demanda global por alimentos sem agressão ao meio ambiente. Tal cenário faz com que o agronegócio brasileiro passe à busca racional por estratégias de desenvolvimento que o levem a conquistar objetivos sustentáveis para enfrentar os percalços ao longo do caminho. Nesse sentido, por um lado, como importante *player*, o Brasil necessita de políticas públicas e investimentos privados que exerçam a sustentabilidade do agronegócio ligada não somente a questões ambientais, mas também a questões socioeconômicas de difícil solução a curto prazo. Vale dizer que, se a visão do agronegócio brasileiro considerar somente a falta de terras férteis devidamente protegidas por lei e o manuseio da terra de forma sustentável como problemas, a sustentabilidade ficará presa apenas à questão ambiental.

Entretanto, o manuseio de tecnologias disponíveis no mercado e a falta de capital humano são questões pouco abordadas, o que pode afetar a atual posição de destaque internacional do Brasil no setor futuramente, pois, em um país em que o capital humano não acompanha a velocidade da inovação, o protagonismo setorial tende a desaparecer.

O uso da tecnologia como ferramenta de auxílio é fundamental para a sustentabilidade. No entanto, por si só, ele não é suficiente. É preciso que, além do uso, existam objetivos claros. Somente assim a relação entre tecnologia e sustentabilidade poderá dar bons frutos no agronegócio. Nesse sentido, o artigo traz relatos jornalísticos *ad hoc* sobre o tema, expõe suas fragilidades e destaca alternativas para as combater.

1. RELAÇÃO ENTRE TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE

De acordo com pesquisa da McKinsey & Company, a população mundial está a caminho de atingir 9,7 bilhões² de pessoas até 2050, o que exige aumento correspondente de 70% nas calorias disponíveis para consumo – preocupação que aflige sociólogos de vários países.

O uso da tecnologia, com equipamentos inovadores, ajuda produtores agrícolas a estarem em conformidade com as exigências legais ambientais e colabora com o aumento da produção. Nesse aspecto, teoricamente, o Brasil apresenta certa vantagem, pois, diferentemente de outros países mais desenvolvidos e com economias mais maduras, possui infraestrutura tecnológica em desenvolvimento,³ o que possibilita a adoção de inovação para atender às exigências de sustentabilidade sem demandar muitas mudanças na infraestrutura.

2 De acordo com a pesquisa da McKinsey & Company, realizada em outubro de 2020, cerca de 1/4 de terra arável está em situação ruim, ou seja, degradável, e necessita de restauração significativa antes de poder ser cultivada em grande escala. Pressões ambientais e sociais crescentes exigem práticas agrícolas mais éticas, sustentáveis e eficientes (KATZ *et al.*, 2022).

3 De acordo com Isak Kruglianskas e Vanessa Pinsky (2019), a infraestrutura industrial e tecnológica do Brasil ainda está em construção em relação a outros países mais desenvolvidos, o que facilitaria a implantação de novas tecnologias ligadas à sustentabilidade.

Contudo, é importante ter noção da dimensão global do mercado do agronegócio para entender a contribuição que o Brasil pode lhe oferecer. O mercado global da agricultura de precisão, baseada em informações temporais e espaciais, associadas à tecnologia para melhorar a produção agrícola, faturou US\$ 7 bilhões em 2021, e deve alcançar US\$ 12,8 bilhões até 2025,⁴ previsão de alta de quase 83%. Portanto, teoricamente, nota-se que a sustentabilidade ambiental tende a ganhar mais espaço na consciência dos agricultores, visto que a tecnologia disponível ao setor começa a ser utilizada para analisar e atender à necessidade por alimentos das gerações atuais e futuras sem comprometer a saúde dos ecossistemas no entorno.

Ao examinar as áreas de cultivo em âmbito global, verifica-se que até 2017 havia 1,87 bilhão de hectares cultiváveis e uma população mundial de 7,6 bilhões de pessoas, ou seja, uma equação desproporcional, que, se não for desde já acuradamente analisada, acarretará enormes problemas nos âmbitos ambiental, econômico e social.⁵ Nesse contexto, a racionalidade ambiental⁶ passa a ser um desafio global importante, dada a existência de terras impróprias para produção.

Se, por um lado, o Brasil apresenta uma possível e mais rápida adaptabilidade no tocante à infraestrutura produtiva agrícola (até 2019, conforme estudos da McKinsey & Company, 47% dos agricultores brasileiros usavam algum tipo de tecnologia com Inteligência Artificial [IA] – MAIORES..., 2021), por outro lado, ainda deve ampliar esforços para conferir cortes de vegetação em seu território. Em 2021, apenas 0,87% de áreas desmatadas no país atenderam às exigências legais (PAJOLLA, 2022), o que mostra uma realidade longe da almejada, conforme estabelece o art. 4º, V, da Lei n. 6.938/1981.⁷ Eis o motivo para se ter uma noção clara de metodologia produtiva sustentável.

Recentes relatórios indicam que *players* do agronegócio devem ter em mente que a relação entre tecnologia e sustentabilidade terá de dar conta de aumentar a produção agrícola global em cerca de 1 bilhão de toneladas de cereais/ano até 2050, em comparação à produção atual.⁸ Sendo o Brasil um país em desenvolvimento, como fazer parte, de modo sustentável, dessa meta global daqui para a frente sem perder a atual posição de destaque internacional?

2. DESAFIO SOCIOECONÔMICO

A pergunta da seção anterior leva-nos a refletir que, ao mesmo tempo em que se fala de investimento em tecnologia, o desenvolvimento sustentável deve ser instigado e continuamente monitorado para atingir seus objetivos. Nesse sentido, o desenvolvimento sustentável pode ser

4 Dados divulgados em 2021 pela empresa norte-americana Market & Markets (TAGUCHI, 2021).

5 Dados publicados pelo *Global Food Security Support Analysis Data at 30 Meters* (GFSAD30) (MIRANDA, 2018).

6 Racionalidade ambiental pode ser entendida como trazer para a sociedade a necessidade de preservação e de recuperação de determinados locais (CEMBRANEL, 2015, p. 145).

7 A Lei n. 6.938/1981, em seu art. 4º, V, dispõe que a Política Nacional do Meio Ambiente visará “à difusão de tecnologias de manejo do meio ambiente, à divulgação de dados e informações ambientais e à formação de uma consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico” (BRASIL, 1981).

8 Dados publicados pelo relatório *Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology* (BIEL, CLERCQ e VATS, 2018).

descrito como um processo pelo qual são liberadas certas potencialidades para que determinado objetivo seja alcançado de forma madura (VILHENA e LIMA, 2014). Essas potencialidades envolvem reflexões não apenas econômicas,⁹ com o intuito de preservação ambiental, mas também sociais, pois ajudam a entender a tecnologia somente como ferramenta – estando por trás o capital humano¹⁰ como suporte – para conectar o conceito de sustentabilidade¹¹ ao agronegócio.

Uma vez que o desenvolvimento sustentável é multidimensional, de que maneira se pode analisar a dicotomia tecnologia e capital humano? Ou seja, como o Brasil pode lidar com a inovação e a falta de mão de obra qualificada para o agronegócio? E como isso pode ser trabalhado para não acarretar futuramente perdas econômicas ao país? Nessa toada, o uso da tecnologia pode ser entendido como conhecimento aplicado e difundido. Aqui está, possivelmente, a solução para o problema do agronegócio brasileiro.

Apesar da expansão do setor, devido a investimentos em tecnologias de automação – com base em IA – e à demanda por alimentos produzidos com menos produtos químicos,¹² de certa forma, a procura por mão de obra qualificada na área rural é contínua e desafiadora. De acordo com o censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) realizado em 2010, somente 16% da população brasileira¹³ vivia no campo. Além disso, ainda é difícil compatibilizar o nosso sistema econômico¹⁴ com as desigualdades existentes em diferentes áreas do país no tocante ao conhecimento. Recente pesquisa realizada pela Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) – em parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e o Núcleo de Engenharia Organizacional (NEO) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – enfatiza que, nos próximos dois anos, oito novas carreiras do agronegócio devem gerar 178,8 mil oportunidades de emprego, mas somente 32,5 mil pessoas estarão qualificadas para as preencher; mostra, portanto, uma defasagem de 82% para preenchimento de vagas nesse setor (VEJA..., 2021). A constatação da falta de formação acadêmica existente, especialmente na área rural, é um desafio no momento do preenchimento de vagas – como as do Quadro 1 – e com difícil solução a curto prazo.¹⁵

9 Na teoria econômica, o imposto pigouviano – do economista Arthur Pigou – é concebido como um imposto capaz de corrigir externalidades. Um tributo ambiental, por exemplo, tem motivo extrafiscal, ou seja, não tem como objetivo o aumento da arrecadação. O que se propõe é estabelecer incentivos ou desincentivos para que determinada produção de bens ou serviços seja sustentável, conferindo efetividade às políticas econômicas e sociais, e proteção ambiental (OLIVEIRA e VALIM, 2018, p. 137).

10 O capital humano, compreendido como força motriz do desenvolvimento econômico, do bem-estar social e da sustentabilidade ambiental, torna-se fundamental para aquisição de conhecimento necessário à organização social de um país (RAMOS, LUCAS e REGO, 2019, p. 246).

11 “Sustentabilidade [...] conjunto de ideias, estratégias e demais atitudes ecologicamente corretas, economicamente viáveis, socialmente justas e culturalmente diversas” (SIGNIFICADOS..., 2011).

12 Até 2019, 47% dos produtores agrícolas no Brasil já usavam algum tipo de tecnologia com base em IA (MAIORES..., 2021).

13 Dado divulgado pelo IBGE em 2010. Matéria publicada pela empresa Jacto em 2017 (COMO..., 2017).

14 “Através do mercado, os produtores competem entre si, e dessa forma o mercado aloca recursos e determina a distribuição da renda. No papel de alocador de recursos, o mercado é um mecanismo maravilhoso, porém, ao mesmo tempo, cheio de falhas, dependendo da ação regulatória do Estado para poder ser efetivo. Como instrumento distribuidor de renda, é cego e injusto. Por isso, a ação deliberada da sociedade através do Estado está sempre presente na regulamentação do mercado, e na tentativa de correção das suas falhas” (BRESSER-PEREIRA, 2005, p. 16).

15 Conforme a Genesis Group, “[a] formação acadêmica é outro desafio no momento de preencher as vagas” (TÁ SOBRANDO..., 2022).

Quadro 1 - Profissões emergentes no agronegócio

Profissão	Descrição	Requisitos
Operador de <i>drones</i>	Manejar aviões não tripulados para monitoramento de plantações e pulverização contra pragas e doenças.	<i>Drones</i> , aviação, rotas, velocidade, aceleração.
Técnico em agricultura digital	Entender de processos do campo e de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) para encontrar soluções práticas na produção rural.	Agricultura e plantio, recirculação de águas, tecnologias sustentáveis e digitais.
Designer de máquinas agrícolas	Buscar soluções conforme padrões <i>Environmental, Social and Governance</i> (ESG) para as máquinas agrícolas.	Desenvolvimento de produto, tecnologias digitais, conhecimento de sustentabilidade e <i>design</i> .
Agricultor urbano	Desenvolver o cultivo de alimentos nas grandes cidades.	Tecnologias digitais, plantas e formas de cultivo, análise de dados, relevo e topografia.
Engenheiro agrônomo digital	Conciliar conhecimentos agrônômicos com as tecnologias digitais, para aplicação tanto nos processos quanto nos negócios.	Tecnologia digital, plantas e formas de cultivo, análise de dados, relevo e topografia.
Técnico em agronegócio digital	Trabalhar com TICs para encontrar soluções em plantio, cuidado com animais e clima.	Análise de dados, programação e gestão.
Cientista de dados agrícola	Entender de mercado agrícola, <i>softwares</i> , plantio e geoprocessamento.	Análise de dados, programação, estatística, mercado agrícola.
Engenheiro de automação agrícola	Trabalhar nos diversos <i>fronts</i> de automação para a agricultura.	Tecnologias de automação, cultivos, processos, trabalho remoto, conectividade.

Fonte: Semesp (2018) e *experts* entrevistados.¹⁶

3. BUSCA POR MÃO DE OBRA QUALIFICADA COM INVESTIMENTOS PRIVADOS E POLÍTICAS PÚBLICAS

Se a utilização de novas tecnologias no agronegócio necessita de conhecimento – como apresenta o Quadro 1 –, a agricultura de precisão passa a ser uma estratégia de gestão com processos e análises de dados que busca as melhores decisões para os produtores agrícolas. Consequentemente, refletir e encontrar maneiras de fazer com que mão de obra qualificada chegue até a área rural do Brasil faz todo sentido. Sendo assim, políticas públicas são necessárias e devem ser intensificadas, pois, diante desse cenário, há dois desafios a serem superados.

O primeiro desafio é o quantitativo, ou seja, à medida que o tempo passa, é mais difícil encontrar cidadãos que aceitem enfrentar o repto de trabalhar no campo. Isso porque a mão de obra, mesmo que não qualificada, encontra teoricamente mais oportunidades na área urbana. Quem está na cidade dificilmente retorna ao campo, mesmo em um quadro de desemprego.

¹⁶ Relatos de *experts* entrevistados explicando as profissões do agronegócio futuramente (MUDANÇAS ..., 2022).

A análise do parágrafo anterior leva ao segundo desafio, o da qualidade, certamente o maior desafio para o agronegócio do Brasil nos próximos anos. A acelerada evolução tecnológica do agronegócio impõe a necessidade de conhecimentos e uma dinâmica de permanente reciclagem dos indivíduos voltada para os estudos. Como resolver o problema daqueles que permanecem no campo sem conhecimento e sem oportunidades de encaixe nessa nova economia, ou daqueles que querem voltar ao campo sem enfrentar os mesmos problemas relacionados à falta de oportunidades decorrentes de uma educação ineficiente?

Essa reflexão é fundamental para termos consciência de que a redução de contingente de habitantes em áreas rurais confere, de certa forma, mesmo que involuntariamente, um impulso adicional à automação e à mecanização das lavouras. Vale dizer que se cria um ciclo retroalimentador, no qual, quanto menor a oferta de mão de obra, maiores os motivos para automatizar tarefas no campo. O campo, no entanto, passa agora a exigir mão de obra qualificada para lidar com o uso de tecnologia – o que é mais difícil de ser encontrado. Então, o agronegócio do Brasil precisa de clareza nas políticas públicas e nos investimentos privados a serem direcionados à superação de ambos os desafios.

Ao analisar o Programa de Desenvolvimento Sustentável do Agronegócio no Brasil,¹⁷ nota-se um discurso ainda genérico de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável. Fala-se em apoio e uso sustentável de recursos naturais e fomento à inovação sem mencionar diretrizes de como isso pode ser feito. É como se a palavra “inovação” fosse utilizada em um país onde não houvesse enorme diferença de acesso ao conhecimento. É como se as modificações no perfil da mão de obra no campo não estivessem diretamente associadas às exigências da sociedade moderna e à busca por desenvolvimento sustentável para a agricultura.

Aos poucos, é essencial que comecem a surgir projetos mais específicos, que lidem diretamente com a falta de capital humano especializado em áreas destinadas ao agronegócio. Focado nesse aspecto, o Serviço de Aprendizagem Rural de Minas Gerais (Senar Minas) tem trabalhado para capacitar trabalhadores.¹⁸ Nesse mesmo contexto, encaixa-se o trabalho que o Centro de Integração Empresa-Escola (CIEE) vem realizando desde 2019, com oferta de programas específicos para formação de jovens aprendizes nos diversos elos da cadeia do agronegócio.¹⁹

Portanto, políticas públicas com objetivos específicos e direcionamentos claros tornam-se meios essenciais para remediar a lacuna entre o avanço do mercado – com disponibilização de

17 O Programa Desenvolvimento Sustentável do Agronegócio tem como política pública ações voltadas para o desenvolvimento sustentável, tais como “aplicação de mecanismos de garantia da qualidade orgânica, o fomento à inovação no agronegócio, o apoio a sistemas de rastreabilidade agroalimentar em cadeias produtivas agrícolas, o apoio ao uso e manejo sustentável dos recursos naturais em agrossistemas, o apoio às cadeias produtivas pecuárias e ao cooperativismo e associativismo rural” (MORAES, 2017, p. 128).

18 De acordo com o Senar Minas, em 2021, 60 mil pessoas receberam treinamento no Estado – que fez parcerias e desenvolveu polos tecnológicos em Viçosa (na Zona da Mata) e em Varginha (Sul de Minas) para capacitação de mão de obra. Porém, outras instituições precisam ser engajadas nesse processo (OLIVEIRA, 2022).

19 “Essas formações específicas permitem grandes possibilidades de alocação dos aprendizes nas áreas fim das empresas parceiras e contribuem para aumentar as chances de efetivação de jovens qualificados, engajados e com muita vontade de se desenvolverem na carreira, contribuindo assim para o crescimento das empresas que os abraçaram e ofereceram uma chance de desenvolvimento profissional” (AGRONEGÓCIO..., 2021).

tecnologias – e a falta de mão de obra qualificada em nosso país. O diferencial para continuar a manter o Brasil em posição de destaque no setor será o capital humano qualificado.

Um estudo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) realizado em parceria com a empresa Homo Ludens Research and Consulting e a SP Ventures²⁰ indicou que, em 2020, foi criada uma *agtech* por dia no Brasil. Atualmente, são 1.574 *startups* desenvolvendo soluções digitalizadas para a área rural; porém, falta mão de obra qualificada. A pergunta, portanto, é: como equacionar a disponibilidade de tecnologia no mercado sem ter um número suficiente de pessoas preparadas para lidar, manusear e interpretar dados provenientes de tecnologias de ponta? Os primeiros passos, como se vê, parecem ter começado: (1) pela conscientização de que a falta de mão de obra qualificada na área rural é um problema para o futuro do agronegócio do Brasil; (2) pelo surgimento de políticas públicas que, aos poucos e em parceria com investimentos privados, visam direcionar como o problema deve ser enfrentado. Ambos os passos, no entanto, ainda estão no começo.

É preciso mencionar que competidores externos com menos recursos naturais, mas com mais tecnologia e, sobretudo, com mão de obra qualificada, podem desbancar a atual posição de destaque do Brasil. A China é o maior cliente internacional do agronegócio brasileiro, responsável por aproximadamente 20% de tudo o que o país asiático importa,²¹ fato que impõe ao Brasil a não confrontação com esse país. A China atualmente abriga 20% da população mundial e dispõe apenas de 8% das terras aráveis do planeta.²² Em razão de sua situação geográfica, não para de medir esforços para aumentar a produtividade agrícola de maneira moderna e vertical, o que demonstra haver um projeto de nação em desenvolvimento sustentável, que almeja possível autossuficiência agrícola.

Diante de países como a China, fica evidente a falta de visão holística do Brasil sobre seu agronegócio. É preciso não só enxergar o presente e a sua posição de destaque a curto prazo, mas ter ciência de que o agronegócio que atualmente lhe dá orgulho é acometido, sim, por vulnerabilidades. Isso já será um bom começo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento sustentável conecta dimensões que envolvem reflexões ambientais, econômicas e sociais. Pautado em aspectos legais e baseado no princípio republicano, o Estado sempre terá como objetivos sustentáveis o bem-estar ambiental e o desenvolvimento econômico e social.

20 Dados divulgados pelo estudo da Embrapa, Home Ludens Research e SP Ventures (GALINARI, 2021).

21 Dado afirmado pela especialista Larissa Wachholz em entrevista concedida para o Instituto de Ensino e Pesquisa (Insper) em 6 de abril de 2022 (CORDEIRO, 2022).

22 Dados divulgados pela matéria do jornal *Folha de S.Paulo*, publicada em 9 de outubro de 2022 (LEMOS, 2022).

No entanto, diante do problema inicialmente levantado – demanda global *versus* restrições de terras cultiváveis – e dos dados aqui apresentados, fica evidente que o Brasil precisa de um desenvolvimento sustentável mais consciente. Apesar de sua vastidão geográfica, o agronegócio brasileiro vem utilizando terras de forma inapropriada. Além do aspecto ambiental, legalmente protegido por lei, há necessidade de mais iniciativas ligadas às políticas públicas e a investimentos privados, necessários para que questões relativas à falta de mão de obra qualificada, especialmente na área rural, possam acompanhar o avanço tecnológico do setor.

Contudo, políticas públicas precisam ser delineadas com objetivos determinados e específicos e não de maneira genérica, como no caso do Programa de Desenvolvimento Sustentável do Agronegócio no Brasil. Isso porque é a qualidade da metodologia pautada em estratégia de gestão do capital humano qualificado que gerará desenvolvimento sustentável e perene no agronegócio brasileiro. Algumas políticas públicas aos poucos têm surgido nesse sentido.

Enquanto ainda se olha para o agronegócio no Brasil enfatizando a abundância de água, terra fértil e sol – motivo de orgulho para o país –, a ciência e a tecnologia são usualmente pouco valorizadas. Isso porque o futuro do agronegócio apresenta a tendência de que o protagonismo não será mais de quem tiver os melhores recursos naturais, mas sim de quem fizer o melhor uso da ciência e da tecnologia, utilizando mão de obra qualificada, independentemente da dimensão dos espaços aráveis para se obter melhor vantagem competitiva. Aqui talvez exista uma grande chance para o Brasil remediar a falta de terras aráveis devidamente protegidas por lei.

A agricultura vertical – na qual plantações ficam empilhadas em vários níveis alocados em prédios e galpões –, utilizada em países como a China, mas ainda pouco implementada no Brasil, pode ser uma ótima alternativa para que cidades brasileiras comecem a ter um novo modelo de sustentabilidade agrícola. Essa produção poderá trazer segurança alimentar, por abastecer cidades, e, se utilizada em larga escala, contribuir para a exportação de alimentos. A tecnologia, já disponível no mercado brasileiro, pode ser ferramenta essencial para a manutenção da qualidade da produção e de sua automação em instalações de grande escala.

A alternativa é promissora; porém, diante da falta de mão de obra qualificada, a questão deve ser considerada e trabalhada desde o início dos projetos. Nesse tipo de agricultura, em que tecnologias de iluminação são importantes e muitas vezes automatizadas, a *Internet das Coisas* pode ser utilizada para monitoramento de safras a qualquer momento, o que permite o controle do ambiente, já que sensores inteligentes podem ser usados para medir detalhes na produção. No entanto, se não houver no mercado pessoas capacitadas para trabalhar com esse tipo de tecnologia, o treinamento e o acompanhamento dos futuros funcionários para os projetos têm de ser algo essencial e prioritário.

Diante desse cenário desafiador, o agronegócio brasileiro sempre poderá se orgulhar de suas potencialidades, porém, deve evitar que elas minorizem a autocrítica das fragilidades existentes.

Há a preocupação de que o futuro do país como importante *player* possa ser impactado se nada for feito. Vale dizer que a tecnologia disponível no mercado não deve ser enxergada simplesmente com o foco na esfera ambiental, mas também aliada à esfera socioeconômica do setor, em que o capital humano de qualidade será o seu maior ativo.

REFERÊNCIAS

BIEL, A.; CLEECQ, M.; VATS, A. **Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology**. 2018. Disponível em: <https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2021/apr/agriculture-4-0-the-future-of-farming-technology.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, [1981]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 15 out. 2022.

BRESSER-PEREIRA, L. C. O sistema econômico brasileiro. **Conjuntura Econômica**, Rio de Janeiro, v. 59, n. 4, p. 16-17, 2005. Disponível em: https://pesquisa-eaesp.fgv.br/sites/gvpesquisa.fgv.br/files/arquivos/bresser_0_sistemaeconomicobrasileiro-conjec.p.pdf. Acesso em: 15 out. 2022.

CEMBRANEL, P. Teoria da complexidade e racionalidade ambiental: um estudo bibliométrico acerca dos estudos de Leff e Morin. **Revista Ciências Sociais Unisinos**, São Leopoldo, v. 51, n. 2, p. 144-151, 2015.

AGRONEGÓCIO: formação de mão de obra qualificada é segredo para manter liderança brasileira no setor. **CIEE**, 29 jul. 2021. Disponível em: <https://portal.ciee.org.br/institucional/artigos/agronegocio-formacao-de-mao-de-obra-qualificada-e-segredo-para-manter-lideranca-brasileira-no-setor/>. Acesso em: 15 out. 2022.

COMO encontrar mão de obra qualificada no campo? **Blog Jacto**, 6 nov. 2017. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/como-encontrar-mao-de-obra-qualificada-no-campo/>. Acesso em: 15 out. 2022.

CORDEIRO, T. Precisamos usar a capacidade de planejamento da China e sua visão de longo prazo. **Insper**, 6 abr. 2022. Disponível em: <https://www.insper.edu.br/noticias/precisamos-usar-a-capacidade-da-china-de-planejamento-e-sua-visao-de-longo-prazo/>. Acesso em: 15 out. 2022.

TÁ SOBRANDO empregos no agro por falta de mão de obra especializada. **CompreRural**, 30 jan. 2022. Disponível em: <https://www.comprerural.com/ta-sobrando-empregos-no-agro-por-falta-de-mao-de-obra-especializada/>. Acesso em: 15 out. 2022.

GALINARI, G. Embrapa vai selecionar empresas parceiras para o laboratório vivo de inovação AgNest. **Embrapa**, 23 dez. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias?p_p_id=buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=pop_up&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_groupId=1355331&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_articleId=67342711&_buscanoticia_WAR_pcebusca6_1portlet_viewMode=print. Acesso em: 15 out. 2022.

KATZ, J. *et al.* O futuro conectado da agricultura: como a tecnologia pode gerar um novo crescimento. **McKinsey & Company**, 9 out. 2022. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/agricultures-connected-future-how-technology-can-yield-new-growth>. Acesso em: 15 out. 2022.

KRUGLIANSKAS, I.; PINSKY, V. **Gestão estratégica da sustentabilidade**: experiências brasileiras. Rio de Janeiro: Altabooks, 2019.

LEMOS, R. O futuro do agronegócio é a ciência. **Folha de S.Paulo**, 9 out. 2022. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/colunas/ronaldolemos/2022/10/o-futuro-do-agronegocio-e-a-ciencia.shtml>. Acesso em: 15 out. 2022.

MAIORES produtores agrícolas do mundo e o que eles ensinam sobre agricultura digital. **Blog FieldView**, 27 out. 2021. Disponível em: <https://blog.climatefieldview.com.br/maiores-produtores-agricolas-mundo>. Acesso em: 15 out. 2022.

MIRANDA, E. Potência agrícola e ambiental: áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **Agroanalysis**, fev. 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/174066/1/4942.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.

MORAES, G. **Políticas públicas do agronegócio**. Santa Catarina: Ed. Uniasselvi, 2017.

MUDANÇAS tecnológicas no agro criam ondas de empregos digitais. **Valeon**, 31 jul. 2022. Disponível em: <https://valeonnoticias.com.br/2022/07/31/mudancas-tecnologicas-no-agro-criam-onda-de-empregos-digitais-veja-onde-sobram-vagas/>. Acesso em: 15 out. 2022.

OLIVEIRA, C. Agronegócio vive apagão de mão de obra qualificada. **O Tempo**, 4 jul. 2022. Disponível em: <https://www.otempo.com.br/economia/agronegocio-vive-apagao-de-mao-de-obra-qualificada-1.2693444>. Acesso em: 15 out. 2022.

OLIVEIRA, T. S.; VALIM, B. F. C. A. Tributação ambiental: a incorporação do meio ambiente na reforma do sistema tributário nacional. *In*: SACHSIDA, Adolfo; SIMAS, Erich Endrillo Santos (org.). **Reforma tributária**: Ipea-OAB/DF. Rio de Janeiro: Ipea, 2018. p. 129-148.

PAJOLLA, M. Agronegócio foi responsável por 97% do desmatamento no Brasil em 2021. **Brasil de Fato**, 19 jul. 2022. Disponível: <https://www.brasildefato.com.br/2022/07/19/agronegocio-foi-responsavel-por-97-do-desmatamento-no-brasil-em-2021>. Acesso em: 15 out. 2022.

RAMOS, I.; LUCAS, M.; REGO, M. Capital Humano, Desenvolvimento Sustentável e Ensino Superior. *In*: CONFERÊNCIA FORGES, 9, 2019, Brasília. **Anais...** Brasília: UnB, IFB, 2019. p. 246-257.

SIGNIFICADO de sustentabilidade. **Significados**, 2011. Disponível em: <https://www.significados.com.br/sustentabilidade/>. Acesso em: 15 out. 2022.

TAGUCHI, V. Máquinas com inteligência. **UOL Economia**, 8 jul. 2021. Disponível: <https://economia.uol.com.br/reportagens-especiais/agronegocio-agricultura-de-precisao-40/#cover>. Acesso em: 15 out. 2022.

VEJA 8 novas profissões do agronegócio em crescimento. **G1**, 28 jun. 2021. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2021/06/28/veja-8-novas-profissoes-do-agronegocio-em-crescimento.ghtml>. Acesso em: 15 out. 2022.

VILHENA, L.; LIMA, F. As teorias econômicas e suas interfaces com o desenvolvimento sustentável e a agroecologia. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 11, 2014, São Cristóvão. **Anais...** São Cristóvão: CBA, 2014. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4760>. Acesso em: 15 out. 2022.