

AGRICULTURA 4.0: DESAFIOS À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS E INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS

Josiana Gonçalves Ribeiro, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, josianabiologia@gmail.com

Douglas Yusuf Marinho, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, yusufmarinho@gmail.com

Jose Waldo Martínez Espinosa, Universidade Federal de Goiás – Regional Catalão, jowal98@hotmail.com

***Resumo:** Agricultura 4.0 é um termo derivado da Indústria 4.0, aplicada a agricultura, referindo-se à utilização de tecnologia de ponta na produção de alimentos. Essa tecnologia possibilita a maximização da utilização de recursos naturais, utilizando-se, por exemplo, menos água na irrigação ou insumos na adubagem do solo. Auxiliando também na adaptação de sementes e plantas às condições mais adversas, ampliando possíveis áreas de cultivo. Essa inovação tecnológica possibilitou que o Brasil se tornasse o terceiro maior produtor agrícola do mundo, desempenhando assim um papel importante na exportação de alimentos. Se pode, então, concluir que essas tecnologias vêm no sentido de se posicionarem como solução aos principais problemas surgidos na agricultura envolvendo falta de terras para plantio, solo em condições inadequadas, crescimento populacional, aquecimento global, poluição e desperdício de alimentos. A partir disso, o intuito deste trabalho é abordar as principais novidades trazidas pela inovação tecnológica à agricultura a partir de uma revisão bibliográfica. Abordando também os principais problemas relacionados à produção de alimentos e as soluções trazidas pela tecnologia.*

***Palavras-chaves:** Agricultura 4.0, indústria 4.0, inovação tecnológica, Brasil.*

1. INTRODUÇÃO

Em 2011, a partir da Conferência de Hannover, difundiu-se o conceito de Indústria 4.0. Indústria 4.0 poderia ser definida como a integração de tecnologias, por exemplo, Big Data Analytics, Serviços em nuvem, Impressão 3D, Segurança cibernética, Robôs Autônomos, Internet das Coisas, Sensores sem fio, Realidade aumentada, Simulação, Integração horizontal, Integração vertical que permitem a transformação de como organizações operam junto com grandes mudanças nos modelos de negócio e processos de fabricação. A adoção dessas tecnologias permite a profunda transformação das organizações em Cyber Physical System (CPS), ou seja, “sistemas de colaboração computacional entidades que estão em intensa conexão com o mundo físico circundante e seus processos em curso, fornecendo e utilizando, ao mesmo tempo, acesso a dados e serviços de processamento de dados disponíveis na Internet” (MONOSTORI, 2014).

É interessante notar que essa revolução tecnológica possibilitou avanços não somente voltados às fábricas, mas também em outros setores, como na agricultura. Diversas tecnologias têm apoiado no sentido de aprimorar a capacidade de monitoramento e tomada de decisões, como navegação por satélite e rede de sensores, computação em rede, computação onipresente e computação sensível ao contexto estão apoiando o dito domínio para melhorar a capacidade de monitoramento e tomada de decisões no campo (AQEEL-UR-REHMAN, 2017).

A agricultura, ao longo da história, desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento das civilizações, permitindo que o homem se “fixa-se” em regiões férteis e deixasse sua vida nômade (GEBAUER e PRICE, 1992). O aumento na produção de alimentos permitiu que a população humana crescesse rapidamente ao longo dos anos, atingindo o número de 7,6 bilhões de outubro de 2017 (CLERCQ et al., 2018). Com isso veio o aumento da demanda de alimentos, fazendo com que as pessoas busquem por novas técnicas para multiplicar a produção de alimentos de forma mais sustentável e utilizando uma menor área para plantio (AQEEL-UR-REHMAN, 2017).

Nesse contexto se faz presente a agricultura 4.0, que faz uso de métodos também empregados na indústria 4.0, englobando a agricultura e a pecuária de precisão, a automação e a robótica agrícola, além de técnicas de *bigdata* e IC. Além desse termo, também são encontrados em outros trabalhos termos como fazenda digital e fazenda inteligente, com os respectivos termos em inglês, *digital farm* e *smart farm*. Todas essas tecnologias contribuem para elevar os índices de produtividade, da eficiência do uso de insumos, da redução de custos com mão de obra, melhorar a qualidade do trabalho e a segurança dos trabalhadores e diminuir os impactos ao meio ambiente (MASSRUHÁ e LEITE, 2017).

Sendo assim, esse trabalho visa abordar a agricultura 4.0, através de uma revisão bibliográfica, de forma a compreender como essas novas tecnologias estão a impactar a produção de alimentos. Apresentando também as principais inovações e tendências tecnológicas na área, fazendo um paralelo entre os principais problemas relacionados à produção de alimentos no Brasil e como a agricultura 4.0 se propõe a solucioná-los.

2. AGRICULTURA 4.0

A Agricultura 4.0 contribuirá com a redução do consumo de água, fertilizantes e pesticidas, comumente aplicados de forma uniforme nos campos. Com a tecnologia, será possível utilizar apenas as quantidades mínimas necessárias, aplicadas em áreas específicas. Outras inovações - impressão 3D de alimentos, cultivo de carne, modificação genética e agricultura com água do mar - ainda estão nos estágios iniciais, mas todos poderiam ser revolucionários na próxima década. Dessa forma, seria possível cultivar alimentos em áreas áridas, viabilizando o uso de recursos abundantes e limpos como é o caso do sol e da água do mar (CLERCQ et al., 2018).

Além da introdução de novas ferramentas e práticas, a verdadeira promessa da Agricultura 4.0 é em termos de aumento da produtividade e reside na capacidade de coletar, usar e trocar dados remotamente Fig. (1). A transformação chave reside na capacidade de coletar mais dados e medição sobre a produção: qualidade do solo, níveis de irrigação, clima, presença de insetos e pragas. Sendo os dados obtidos a partir de sensores implantados em tratores e implementados diretamente no campo e no solo ou com o uso de drones ou imagens de satélite (BONNEAU, et al. 2017).



Figura 1: Digitalização da agricultura, caracterizada pela coleta e trocas de dados remotamente. (Fonte: Adaptado de CEMA (2017))

A tecnologia é a base da agricultura 4.0, tanto é que um dos desafios do setor é a padronização tecnológica que garanta a compatibilidade dos equipamentos, requerendo capacidade dos agricultores de investimento em modernização (BONNEAU, et al. 2017). Nos próximos tópicos, serão mostradas as principais dificuldades na produção de alimentos em nível nacional e mundial bem como as novas tendências na geração de alimentos. Poderá ser visto também como estas novas tecnologias irão contribuir para o aumento na produção de alimentos e tornar o setor da agricultura cada vez mais sustentável.

2.1. Desafios para a Indústria da Agricultura

Nos últimos 40 anos, o Brasil se tornou um grande exportador de alimentos para o mundo. Sendo o terceiro maior exportador de produtos agrícolas, fica atrás apenas dos Estados Unidos e da União Europeia. Isso ocorreu graças aos avanços na tecnologia, na ciência e na inovação, juntamente com políticas públicas e a competência dos agricultores (EMBRAPA, 2018).

Apesar desses avanços, o Brasil ainda tem que enfrentar vários desafios de alcance mundial, como o crescimento demográfico, limitação dos recursos naturais, mudança no clima e desperdício de alimentos (CLERCQ et al., 2018).

A população mundial está crescendo e espera-se, para as próximas décadas, um aumento de 33%, alcançando 10 bilhões de pessoas em 2050. Até 2100, esse número deverá aumentar para 11,2 bilhões. Esse valor pode subestimar as taxas reais de fertilidade - sob outros cenários, a população poderia atingir 16,5 bilhões. Com isso, ocorrerá um aumento na demanda por alimentos em um cenário de crescimento econômico modesto, 50% em relação à produção agrícola de 2013 (CLERCQ et al., 2018).

Em 1 de julho de 2017 a população brasileira atingiu o número de 207.660.929 habitantes. Isso significa um crescimento de 1,57 milhão (0,77%) em relação ao ano de 2016. Esse cenário de crescimento populacional continua para os próximos 20 anos, embora a tendência seja de que a taxa de crescimento venha decaindo. (BÔAS, 2017).

As terras agrícolas do mundo estão se tornando cada vez mais inadequadas para produção: com base em certas medidas: 25% de todas as terras agrícolas já são classificadas como altamente degradadas, enquanto outros 44% são moderadamente ou ligeiramente degradadas. (CLERCQ et al., 2018). No início da década de 1990, o programa Global Assessment of Soil Degradation (GLASOD) apresentou duas grandes categorias de degradação dos solos: a primeira referindo-se a movimentos de solos, destacando-se a erosão hídrica e eólica, e a segunda referindo-se à deterioração física e química interna dos solos, devido ao seu uso intensivo. Para a América do Sul, o mapa revelou que a erosão hídrica era responsável por 47% da área afetada pela degradação dos solos e a perda de fertilidade, por 34% da área degradada (TURETTA et al., 2017).

Atualmente, parte dos solos das áreas em produção brasileira pode ser classificada como “frágil”, devido à sua baixa aptidão agrícola ou de capacidade de uso e elevado potencial de degradação, em função, por exemplo, da elevada erodibilidade ou de outros fenômenos decorrentes de sua instabilidade diante do uso e manejo. Portanto, explorar a discussão acerca de manejos agrícolas mais adequados e alternativas de uso desses solos, de forma a potencializar a sua capacidade de Prestação de Serviços Ambientais (PSA), torna-se estratégica para o país e para o atendimento do debate em torno de uma agricultura sustentável (TURETTA et al., 2017).

A mudança climática é um fato e está rapidamente alterando o meio ambiente. O grau de emissões de gases de efeito estufa (GEE) provocadas pelo homem atingiu o maior grau da história, de acordo com um relatório de 2014 da Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). A agricultura é um dos principais produtores de GEE. Nos últimos 50 anos, as emissões de gases de efeito estufa resultantes da agricultura, silvicultura e outros usos da terra quase dobraram. A mudança climática contribuirá em longo prazo para problemas ambientais, como depleção das águas subterrâneas e degradação do solo, o que afetará o fornecimento, qualidade, acesso e utilização dos alimentos. Os recursos hídricos estão sendo altamente afetados, com mais de 40% da população rural do mundo vivendo em áreas com escassez de água (CLERCQ et al., 2018).

No Brasil, de acordo com Relatório de Avaliação Nacional (RAN1) do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC), haverá aumento gradativo e variável da temperatura média em todas as regiões do país entre 1 °C e 6 °C até 2100, em comparação à registrada no fim do século 20, tornando o clima mais quente. No mesmo período, deverá ocorrer uma diminuição significativamente da ocorrência de chuvas em grande parte das regiões central, Norte e Nordeste do país. Nas regiões Sul e Sudeste, por outro lado, haverá um aumento do número de precipitações (ALISSON, 2013).

As mudanças nos padrões de precipitação nas diferentes regiões do país, causadas pelas mudanças climáticas, deverão ter impactos diretos na agricultura, na geração e distribuição de energia e nos recursos hídricos das regiões, uma vez que a água deve se tornar mais rara nas regiões Norte e Nordeste e mais abundante no Sul e Sudeste, alertam os pesquisadores (ALISSON, 2013).

Entre 33% e 50% de todos os alimentos produzidos globalmente não são consumidos, e o valor desse alimento desperdiçado é mais de US \$ 1 trilhão. Para se ter uma ideia, nos Estados Unidos da América (EUA) o desperdício de alimentos representa 1,3% do PIB total. Enquanto isso, em torno de 800 milhões de pessoas vai para a cama com fome todas as noites. Sendo que cada uma dessas pessoas poderia ser alimentada com menos de um quarto da comida que é desperdiçada nos EUA, Reino Unido e na Europa a cada ano (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2017).

O desperdício de alimentos também prejudica o meio ambiente. Ao se pensar que uma massa de terra maior do que a China é utilizada para cultivar alimentos que, no final das contas,

não é utilizado. Terra esta que foi desmatada, espécies que foram levadas à extinção, populações indígenas que foram deslocadas e solo que foi degradado, tudo para produzir alimentos que são simplesmente jogados fora. Além disso, alimentos que nunca são consumidos representam em torno de 25% de todo o consumo de água doce no mundo (SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA, 2017).

3. PRINCIPAIS INOVAÇÕES NA AGRICULTURA

(a) Novas tendências na produção de alimentos (CLERCQ et al., 2018):

- Hidroponia: técnica utilizada para cultivar plantas na água, sem necessidade de solo. Têm sido desenvolvidos sistemas que utilizam energia solar para promover a dessalinização de água do mar, e assim utiliza-la no processo de hidroponia. Possibilitando, dessa forma, a produção de alimentos com clima de deserto, por exemplo.
- Cultivo de algas: Algas cultivadas podem vir a substituir outros alimentos. Apresentam baixo custo de produção e é sustentável.
- Agricultura no deserto e oceanos: grande parte da superfície terrestre é composta de oceanos e desertos. Diversos estudos têm buscado a adaptação da agricultura para essas áreas. Estudos relacionando modificações genéticas, reguladores de crescimento e hormônios, que possibilitem aprimorar a resistência das sementes e plantas, de modo que se desenvolvam plenamente em condições adversas.
- Embalagens sustentáveis: Embalagens biodegradáveis e com durabilidade semelhante a do plástico. Quando decompostos na natureza, não deixam resíduos tóxicos.
- Fazendas verticais e urbanas: A agricultura vertical é o processo de cultivo de alimentos empilhados verticalmente, permitindo a produção em ambientes adversos ou que haja indisponibilidade de terras. Esse processo utiliza 95% menos água, menos fertilizantes e suplementos nutricionais e sem pesticidas, ainda com aumento da produtividade. Utiliza-se de técnicas como a hidroponia e aeroponia.

(b) Agricultura de precisão

A Agricultura de Precisão, uma das principais ferramentas da agricultura 4.0, começou quando os sinais de GPS foram disponibilizados para o público em geral. Ela possibilita a orientação de veículos e o monitoramento e controle específico até o local de deslocamento. Isso permite uma melhora na precisão das operações e também o gerenciamento de variações de deslocamento em campo (ou em rebanho). O objetivo é dar a cada planta (ou animal) exatamente o que ele precisa para crescer otimamente, com o objetivo de melhorar a produção agrônômica, enquanto reduz a entrada, produzindo mais com menos (CEMA, 2017).

(c) Utilização de drones

Avanços na tecnologia, juntamente com o desenvolvimento de sistemas globais de navegação e geoprocessamento, estão possibilitando a maior aplicação de drones (veículos aéreos não tripulados) na agricultura. São relativamente baratos e de fácil utilização. Apresentam sensores e recursos de imagem cada vez mais avançados, auxiliando no aumento de produtividades e ajudando a reduzir danos nas lavouras, uma vez que possibilitam o monitoramento em tempo real (RODRIGO, 2016).

Os drones podem ser utilizados na agricultura de 6 formas (CLERCQ et al., 2018):

- Análise de solo e campo;
- Plantação de sementes;
- Pulverização de culturas;
- Monitoramento de culturas;
- Irrigação;
- Avaliação da saúde da plantação.

(d) Modificação genética e cultura de carne

Alguns estudos estão sendo desenvolvidos para a utilização de algas com proteína de alta qualidade como um substituto a proteína animal, minimizando problemas ambientais e quanto aos direitos dos animais. Outros tentam produzir carne a partir de células de vaca produzidas em laboratório (CLERCQ et al., 2018).

(e) Compartilhamento de alimentos

A tecnologia permitiu que as comunidades compartilhassem seus bens e serviços e agora está sendo aplicado para todos os setores, incluindo alimentos. Aplicativos têm sido desenvolvidos no sentido de permitir a conexão entre pessoas com seus vizinhos e lojas locais para que os alimentos excedentes possam ser compartilhados, em vez de serem descartados. (CLERCQ et al., 2018).

(f) Substituição da biodiversidade

Existem projetos de criação de abelhas robôs, que teriam como papel substituir, pelo menos em parte, o trabalho de polinização das abelhas, fundamental para a produção de alimentos, já que o número de abelhas vem decaindo devido ao aquecimento global, desmatamento e uso indiscriminado de inseticidas. Mais recentemente se destaca o projeto da empresa Walmart, que inclusive fez registro de patente (GOHD, 2018). A ideia é vista como futurista, havendo trabalhos como o de Potts et al. (2018), que alega não ser possível a substituição por fatores de eficiência, economicidade, impacto ambiental e danos ao ecossistema gerado pela inserção dessas abelhas robôs.

4. CONCLUSÕES

Como vimos, a Agricultura 4.0 é um termo criado para designar a nova revolução na agricultura, onde são aplicadas as mais novas tecnologias no sentido de promover o aumento da produção de alimentos, reduzir custos e racionalizar a utilização de recursos naturais. Essas novas tecnologias vêm no sentido de se posicionarem como solução aos principais problemas surgidos na agricultura envolvendo falta de terras para plantio, solo em condições inadequadas, crescimento populacional, aquecimento global, poluição e desperdício de alimentos.

As novas técnicas de produção de alimentos demonstram uma alta capacidade de adaptação do setor agrícola, gerando soluções para os mais diversos vieses surgidos (uso excessivo dos solos e aquecimento global). Criando também a possibilidade de redução de desperdícios, que ocorrem em proporções exorbitantes.

O Brasil, como um dos maiores produtores agrícolas mundiais, exerce importante papel no sentido de aderir à agricultura 4.0, investindo em modernização e tecnologia e, dessa forma, inserindo cada vez mais práticas sustentáveis ao setor. Existe, portanto, uma grande

possibilidade de o Brasil ampliar sua produção de alimentos com as novas tecnologias, dada sua extensão territorial e clima favorável.

5. REFERÊNCIAS

- ALISSON, E. Mudanças no clima do Brasil até 2100. 2013. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/mudancas_no_clima_do_brasil_ate_2100/17840/>. Acesso em: 1 de jun de 2018.
- AQEEL-UR-REHMAN.; SHAIKH, Z. A. Smart agriculture, Application of Modern High Performance Networks. Bentham Science Publishers Ltd, pp. 120–129, 2009.
- BÔAS, V. B. População brasileira sobe para 207,6 milhões de pessoas, aponta IBGE. 2017. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/5100400/populacao-brasileira-sobe-para-2076-milhoes-de-pessoas-aponta-ibge>>. Acesso em: 1 de jun de 2018.
- BONNEAU, V.; COPIGNEAUX, B.; PROBST, L.; PEDERSEN, B. Industry 4.0 in agriculture: Focus on IoT aspects. European Commission, 2017.
- CEMA. Digital Farming: what does it really mean?. European Agricultural Machinery, 2017.
- CLERCQ, M.; VATS, A.; BIEL, A. Agriculture 4.0: the future of farming technology, 2018.
- EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, p. 11, 2018.
- GEBAUER, A. B.; PRICE, T. D. Foragers to Farmers: An Introduction. Transitions to Agriculture in Prehistory. (A. B. Gebauer, T. D. Price, Eds.). Madison, Prehistory Press, p. 1-10, 1992.
- GOHD, C. Walmart has patented autonomous robot bees. World Economic Forum, 2018. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2018/03/autonomous-robot-bees-are-being-patented-by-walmart>> Acessado em: 10 de jun de 2018.
- MASSRUHÁ, S, S. F. M.; LEITE, A. A. M. M. Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil, 2017.
- MONOSTORI, L. “Cyber-physical Production Systems: Roots, Expectations and R&D Challenges”. Procedia CIRP, v. 17, p. 9– 13, 2014.
- POTTS, S. G.; NEUMANN, P.; VAISSIÈRE, B.; VEREECKEN, N. J. Robotic bees for crop pollination: why drones cannot replace biodiversity. Science of the total environment 642, 2018.
- RODRIGO, O. A. Drones sobre o campo: avanços tecnológicos ampliam as possibilidades do uso de aeronaves não tripuladas na agricultura. Pesquisa FAPESP, 2016.
- SOCIEDADE NACIONAL DE AGRICULTURA. Desperdício de alimentos: um alerta para o mundo. 2017. Disponível em: <<http://www.sna.agr.br/desperdicio-de-alimentos-um-alerta-para-o-mundo/>>. Acesso em: 1 de jun de 2018.
- TURETTA, D, P. A.; CASTRO, S. S.; POLIDORO, C. J. Solos, sustentabilidade e provisão de serviços ecossistêmicos. Boletim informativo da SBCS, 2017.

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.