



Tecnologias que auxiliam a produção sustentável de alimentos

*Darlene Sausen^a, Lucas Palhares Marques^b, Maelle Cavalcante de Melo^c,
Gabriela de Araújo Costa^d e Letícia Bezerra Azevedo^e*

Resumo: Os pequenos produtores de base familiar têm papel fundamental no processo de produção de alimentos, fibras e bioenergias de forma mais sustentável. Isso é preconizado pela atual agricultura 4.0 que oferece soluções sustentáveis para produzir alimentos, uma vez que automatizam operações agrícolas, racionalizando o uso de insumos e melhorando a

-
- a Doutora em Agronomia. Sócia proprietária da Agro Sausen. darlene_sn@yahoo.com.br. <https://orcid.org/0000-0002-3896-0168>.
- b Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. lucas_pm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-5185-8141>.
- c Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. maellecm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6049-4557>.
- d Estudante de graduação em Engenharia Agrônômica pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. gabiarajuocosta@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-3888-0587>.
- e Estudante de graduação em Zootecnia pela UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. azevedo_lb@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4093-5743>.

gestão agrícola das fazendas. Por isso, o trabalho tem por objetivo disponibilizar informações sobre algumas tecnologias que podem ser utilizadas pelos produtores no processo produtivo para colocar a sustentabilidade em prática. Realizou-se buscas em bases científicas que possibilitaram a identificação de cinco principais tecnologias que estão à disposição dos agricultores. O uso de cultivares mais eficientes e produtivas, da telemetria, de drones, de biodefensivos e de plataformas digitais são estratégias que podem ser facilmente inseridas para melhorar a produção e a qualidade de vida de quem trabalha no setor e por isso, aos poucos, vão se consolidando no campo.

Palavras-chave: Agricultura 4.0. Agricultura Digital. Agricultura Familiar. Tecnologias inovadoras.

Technologies that support sustainable food production

Darlene Sausen^a, Lucas Palhares Marques^b, Maelle Cavalcante de Melo^c, Gabriela de Araújo Costa^d & Letícia Bezerra Azevedo^e

Abstract: Small family-based producers have a fundamental role in the process of producing food, fibers and bioenergies in a more sustainable way. This is recommended by the current agriculture 4.0, which offers sustainable solutions to produce food, since they automate agricultural operations, rationalizing the use of inputs and improving the agricultural management of farms. Therefore, this work aims to provide information on some technologies that can be used by producers in the production process to put sustainability into practice. Searches were carried out on scientific bases that made it possible to identify five main technologies that are available to farmers. The

a Ph.D. in Agronomy. Entrepreneur of Agro Sausen. darlene_sn@yahoo.com.br. <https://orcid.org/0000-0002-3896-0168>.

b Undergraduate student in Agricultural Engineering at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. lucas_pm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0002-5185-8141>.

c Undergraduate student in Agricultural Engineering at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. maellecm@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-6049-4557>.

d Undergraduate student in Agricultural Engineering at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. gabiaraujocosta@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-3888-0587>.

e Graduate student in Animal Science at UFRN – Federal University of Rio Grande do Norte. azevedo_lb@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4093-5743>.

use of more efficient and productive cultivars, telemetry, drones, bio-defensives and digital platforms are strategies that can be easily inserted to improve the production and quality of life of those who work in the sector and, therefore, gradually consolidating in the field.

Keywords: Agriculture 4.0. Digital Farming. Family Farming. Innovative technologies.

Tecnologías que apoyan la producción sostenible de alimentos

Darlene Sausen^a, Lucas Palhares Marques^b, Maelle Cavalcante de Melo^c, Gabriela de Araújo Costa^d y Letícia Bezerra Azevedo^e

Resumen: Los pequeños productores familiares tienen un papel fundamental en el proceso de producción de alimentos, fibras y bioenergías de una manera sustentable. Así lo propugna la actual agricultura 4.0, que ofrece soluciones sostenibles para producir alimentos, ya que automatizan las operaciones agrícolas, racionalizan el uso de insumos y mejoran la gestión agrícola de las fincas. Por ello, este trabajo tiene como objetivo brindar información sobre algunas tecnologías que pueden ser utilizadas por los productores en el proceso productivo para poner en práctica la sustentabilidad. Se realizaron búsquedas en bases científicas que permitieron identificar cinco tecnologías

-
- a Doctorado en Agronomía. Socio propietario de Agro Sausen. darlene_sn@yahoo.com.br. <https://orcid.org/0000-0002-3896-0168>.
 - b Estudiante de pregrado en Ingeniería Agronómica en la UFRN – Universidad Federal de Rio Grande do Norte. lucas_pm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0002-5185-8141>.
 - c Estudiante de pregrado en Ingeniería Agronómica en la UFRN – Universidad Federal de Rio Grande do Norte. maellecm@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6049-4557>.
 - d Estudiante de pregrado en Ingeniería Agronómica en la UFRN – Universidad Federal de Rio Grande do Norte. gabiaraujocosta@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-3888-0587>.
 - e Estudiante de pregrado en Ciencia Animal en la UFRN - Universidad Federal de Rio Grande do Norte. azevedo_lb@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0003-4093-5743>.

principales que están disponibles para los agricultores. El uso de cultivares más eficientes y productivos, telemetría, drones, bio-defensivos y plataformas digitales, son estrategias que pueden insertarse fácilmente para mejorar la producción y calidad de vida de quienes laboran en el sector y, por tanto, de forma paulatina, consolidándose en el campo.

Palabras clave: Agricultura 4.0. Agricultura Digital. Agricultura Familiar. Tecnologías innovadoras.

1. Introdução

O setor agrícola tem trabalhado incessantemente para resguardar a segurança alimentar e fornecer fibras, energia e outros produtos de forma mais sustentável. Nesse contexto, os pequenos produtores de base familiar têm papel fundamental no processo, sendo os responsáveis por expressiva produção de hortifrutigranjeiros, que são a base da alimentação do povo brasileiro (MAMBRIN et al., 2019).

Nesse cenário de globalização da produção, para colocar a sustentabilidade em prática, os produtores podem fazer uso de informações digitais detalhadas que servem para orientar as decisões ao longo da cadeia produtiva (ZAMBON et al., 2019). Isso é preconizado pela agricultura 4.0 que faz uso de tecnologia de ponta como a Internet das Coisas (*Internet of Things – IoT*), Sensores de monitoramento, Inteligência Artificial, Big Data e Computação na Nuvem (*Cloud Computing*).

À medida que o produtor entender e adotar essas tecnologias, a sustentabilidade da produção de alimentos se tornará uma realidade. Tais tecnologias oferecem soluções sustentáveis para produzir alimentos, uma vez automatizam operações agrícolas, racionalizando o uso de insumos e melhorando a gestão agrícola das fazendas. Conseqüentemente, é possível que novos patamares de produtividade sejam atingidos no campo, fazendo com que o Brasil permaneça entre os países que mais produzem alimento no mundo.

No entanto, para que isso se torne uma realidade com impacto positivo e efetivamente faça parte do sistema produtivo é preciso difundir as ferramentas da Agricultura 4.0 para que possam ser utilizadas pelos produtores dentro da propriedade rural (SAUSEN et al., 2020a). Visto que a sustentabilidade, assim como a profissionalização, a gestão baseada em dados e a produção a partir de novas ferramentas e técnicas são os pilares da agricultura digital. Assim, o presente trabalho tem por objetivo

disponibilizar informações sobre algumas tecnologias que podem ser utilizadas pelos produtores no processo produtivo para colocar a sustentabilidade em prática.

2. Metodologia

O presente estudo se caracteriza por uma análise qualitativa das ferramentas da agricultura digital que podem ser utilizadas pelos produtores rurais dentro de suas propriedades para realizar uma agricultura mais sustentável. Para tanto, foram realizadas buscas em bases científicas como: SciELO, Pubmed e Google Acadêmico. Os artigos foram selecionados utilizando os seguintes descritores: “agricultura 4.0”, “agricultura digital”, “agricultura familiar” e “tecnologias inovadoras no agro” o que possibilitou o entendimento do estado da arte. A partir da análise de dezenas de artigos, identificou-se cinco principais tecnologias que estão à disposição dos agricultores e serão abordadas a seguir, assim como as vantagens esperadas com sua adoção.

3. Tecnologias acessíveis para uso dentro da propriedade rural

Os investimentos em pesquisa promoveram tecnologias que deram suporte à melhoria e ao aumento da produção agrícola. A capacidade produtiva do Brasil cresceu entre 2,5 e 3 vezes nos últimos 50 anos (MASSRUHÁ; LEITE, 2017). O que tem melhorado a alimentação da população ao disponibilizar alimentos mais baratos e de melhor qualidade (DALL’AGNOL, 2018).

As propriedades rurais do futuro serão completamente monitoradas e automatizadas. A transformação digital do setor é fundamental para o Brasil ampliar sua capacidade de produção com sustentabilidade para atender à demanda global por segurança alimentar e nutricional. Algumas das tecnologias que possibilitarão isso já estão disponíveis no mercado, trazendo

facilidade e praticidade para o mundo do agronegócio.

3.1 Cultivares

Com o desdobramento do melhoramento tradicional surgiu a biotecnologia, com o objetivo de acelerá-lo e de ampliar a variedade de genes que podem ser introduzidos nas plantas e nos animais. A biotecnologia vegetal proporcionou não só o aumento da produção e da qualidade dos alimentos, mas a realização da agricultura mesmo com a existência de pragas, doenças e problemas climáticos, por exemplo.

Desde de que a biotecnologia está em uso, as culturas geneticamente modificadas adicionaram na produção da soja, do milho, do algodão e da canola, respectivamente mais de 138, 274, 21,7 e 8 milhões de toneladas (BROOKES; BARFOOT, 2018). As lavouras transgênicas favorecem a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis, uma vez que, o manejo das culturas fica facilitado, há menor necessidade de utilização de combustíveis e conseqüente redução nas emissões de gases do efeito estufa. Por essas culturas terem maior índice de produtividade, beneficia o ambiente ao reduzir a pressão sobre florestas e zonas de preservação ambiental e ao produtor ao economizar tempo e dinheiro.

A biotecnologia faz uso intenso da genética molecular (DNA recombinante) e da biologia molecular. E mais recentemente, passa a ser multidisciplinar para sair da dependência da tecnologia do DNA recombinante e poder gerar novas tecnologias baseadas em outros ramos da biologia (VARGAS et al., 2018). É assim, que a biotecnologia além de, adicionar genes, passa a um desenvolvimento direcionado de novas rotas metabólicas; a controlar a regulação gênica; a modulação de características fisiológicas e a controlar estrategicamente o desenvolvimento das plantas (PIXLEY et al., 2019; EMBRAPA, 2018). As principais inovações disponíveis aos produtores são:

- Cana-de-açúcar, algodão, milho e soja modificados para controle da população de insetos-praga (CTNBIO, 2017);
- Eucalipto com maior velocidade de crescimento proporcionando aumento volumétrico de madeira (CTIBIO, 2017);
- Cultivar de feijão resistente ao Vírus do Mosaico Dourado (BGMV – *Bean Golden Mosaic Virus*) (CTNBIO, 2017);
- Capim perene que cresce independentemente da estação do ano e produz alimento em quantidade e qualidade adequada para gado de leite ou de corte (EMBRAPA, 2021);
- Algodão, soja, milho, canola, beterraba, alfafa, trigo e arroz tolerantes a herbicidas de largo espectro, permitindo controle mais eficiente, de menor custo e com um número reduzido de aplicações de herbicidas (SAUSEN et al., 2020b);
- Milho (macho-estéril) desenvolvido com o objetivo de facilitar o desenvolvimento de sementes de milho híbrido em escala comercial e assim restaurar a fertilidade para produção de sementes (CTNBIO, 2017); e
- Soja que alia características de resistência ao acamamento, alto potencial produtivo, precocidade e sanidade, especialmente radicular (EMBRAPA, 2020).

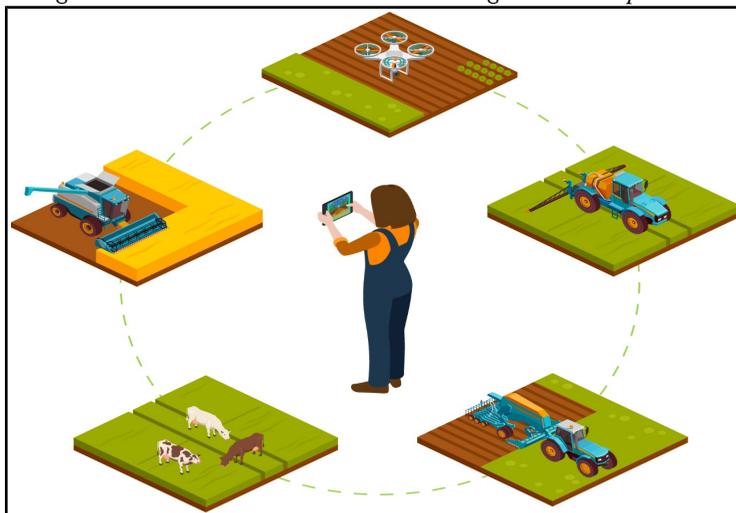
O setor tem constantemente aprimorado as técnicas de produzir novas cultivares e está sempre com lançamentos mais produtivos e/ou adaptados conforme a demanda do mercado. É preciso lembrar que para uma nova cultivar chegar ao mercado, ela segue um rigoroso protocolo de biossegurança, o que garante que sejam seguras ao consumo humano e animal e sua produção não tenha potencial de causar impacto ambiental (CTNBIO, 2021).

3.2 Telemetria

Produzir alimentos é uma função que requer que o produtor monitore dezenas de variáveis que podem interferir no sucesso da colheita. Para o processo complexo, é preciso o auxílio de ferramentas que facilitem o seu trabalho com dados e números que serão fundamentais nas tomadas de decisão. Uma das ferramentas tecnológicas que facilitam a produção agrícola é a telemetria.

A telemetria é a coleta e o compartilhamento remoto de dados sobre equipamentos, veículos e máquinas (Figura 1).

Figura 1 – Sistema de telemetria usado na agricultura de precisão



Fonte: Autores.

Na agricultura de precisão, sua aplicação consiste em um conjunto de hardware conectado a sensores embarcados nas máquinas (indutivos; capacitivos; de pressão de óleo do motor; de temperatura; de umidade relativa do ar e do solo; de matéria orgânica; de pH, de NO₃ no solo, de compactação; de plantas daninhas, etc.); GPS; monitores de colheita; amostradores de

solo; balizadores de aplicação (aérea e tratorizada); pulverizadores de precisão; radares; câmeras e outros.

Mediante um modem com software específico de telemetria instalado nos tratores, semeadoras, adubadoras, pulverizadores, colheitadeiras e outras máquinas, o agricultor pode acompanhar e fazer correções em tempo real nas atividades do campo (BLECHER; SILVA, 2017).

As informações colhidas no campo são enviadas para a central (qualquer dispositivo com acesso à internet como computador, tablete ou celular), onde são supervisionadas remotamente pelo operador. A partir disso é possível saber a posição exata de uma máquina, o que ela está fazendo e como está realizando sua tarefa. Caso deseje, o produtor pode enviar uma mensagem direta ao operador, que na hora poderá fazer alguma alteração no desenvolvimento da atividade.

Na agricultura a telemetria pode ser usada para acompanhar, gerenciar e automatizar os mais variados processos de uma produção agrícola. Identificar qual é a quantidade de combustível consumida, qual a distância percorrida durante o dia, a velocidade do deslocamento, a rotação e a temperatura do motor e evitar perdas com o transpasse (sobreposição), por exemplo. Saber ainda qual a área total da aplicação de um insumo, o momento exato do dia em que foi aplicado, qual o volume de insumos utilizado e o potencial da qualidade de aplicação (pela estimativa do valor da taxa de evaporação).

Com isso, o produtor poderá fazer um diagnóstico completo da lavoura e implementar ações que otimizem as operações. Com uma maior precisão na aplicação de insumos e fazendo a manutenção preventiva das máquinas agrícolas, é possível reduzir o custo de produção. No entanto, ressalvas devem ser feitas quanto ao custo dos equipamentos e softwares, que exigem um grande investimento e pessoas qualificadas para operar os sistemas.

3.3 Drones

No Brasil os Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) que são aeronaves pilotadas remotamente (RPAs – *Remotely Piloted Systems*), são comumente chamados de drone. Existem diferentes tipos de drones no mercado. Que variam em função do número de hélices, tamanho e alcance. Essas características e as tecnologias embarcada nos drones determinam seu custo de aquisição. Hoje os drones estão mais acessíveis e podem contribuir muito nas lavouras, auxiliando a gestão e permitindo até mesmo aumento da produtividade das culturas.

Os drones têm sido a cada dia mais inseridos nas diversas atividades agrícolas, tais como:

- **Monitoramento da propriedade:** com um voo do drone é possível monitorar toda propriedade sem sair da sede. Se a área for muito grande é preciso subdividi-la em módulos com abrangência de 500 metros de raio. Com um sobrevoo é possível explorar áreas de difícil acesso, monitorar o desmatamento e foco de incêndios e realizar vigilância de modo geral;
- **Mapeamento e georreferenciamento:** com a visão aérea proporcionada pelo drone, a demarcação de áreas de uma propriedade fica facilitada. Assim, é possível limitar áreas, selecionar as melhores áreas para plantio e identificar as coordenadas geográficas do imóvel rural;
- **Acompanhamento das plantações:** através de sensores hiperespectrais, multiespectrais ou térmicos capazes de monitorar cada planta e de fotografias tiradas pelo drone é possível identificar falhas no plantio, locais com alta infestação de plantas daninhas, ataque de pragas, doenças e excesso ou falha de irrigação de forma não invasiva (SILVA et al., 2019; GONÇALVES et al., 2019);
- **Pulverização precisa:** alguns modelos de drones possibilitam fazer pulverização em locais exatos. Isso

reduz o gasto com produtos fitossanitários, realizando a aplicação apenas onde é necessário e de forma segura, eliminando o risco da exposição. Os modelos multirrotor são os ideais para esse tipo de aplicação; e

- Monitoramento animal: com as câmeras que equipam os drones é possível realizar monitoramento não invasivo, contagem de rebanhos, verificar se há animais feridos, ausentes ou em nascimento e ainda buscar animais perdidos (GIRALDELI, 2019).

Entretanto, é preciso ressaltar, que dependendo da classe do drone é fundamental realizar cadastro ou registro na Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) para operá-lo (ANAC, 2021).

3.4 Biodefensivos

A demanda por alimentos livres de agrotóxicos tem impulsionado à busca de técnicas de manejo alternativas para o controle de pragas e doenças (SOUZA et al., 2019). Os biodefensivos, ou defensivos biológicos, são produtos utilizados na agricultura com essa finalidade, e em alguns casos específicos, podem auxiliar no aumento da produtividade (PANDOLFO, 2018).

Esses produtos são compostos por microrganismos, como bactérias, fungos e vírus, além de insetos parasitoides e predadores naturais das pragas, hormônios ou extratos vegetais. Apresentam características como, baixo teor de resíduos, alta performance, menor efeito secundário tóxico e boa compatibilidade com o meio ambiente e organismos não alvo (ARAÚJO et al., 2019; ANDRADE et al., 2015).

Recentes inovações têm permitido a formulação e comercialização de biodefensivos eficientes e em larga escala (PANDOLFO, 2018). No entanto, para manter a viabilidade dos microrganismos é preciso seguir as recomendações de armazenagem de forma criteriosa. O uso de defensivos biológicos

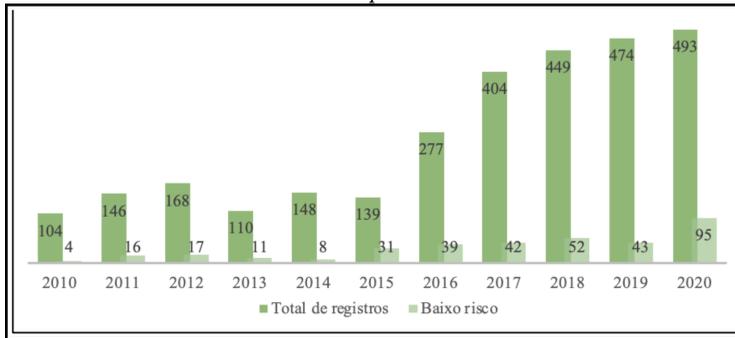
já representa mais de 40% dos métodos de controle adotado nas lavouras de batata, melão, morango e tomate (BORSARI; CLAUDINO, 2018). A adoção de tais produtos se dá em função da eficiência do controle e a aspectos relacionados a uma maior segurança dos produtos biológicos.

No Brasil há exemplos efetivos da eficácia do controle de pragas com produtos biológicos em grandes culturas como a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). A contenção da cigarrinha-das-raízes (*Mahanarva fimbriolata*) pode ser realizada com o fungo *Metarhizium anisoplia*; da broca-da-cana (*Diatraea saccharalis*) com a dispersão do parasitoide *Cotesia flavipes*, que realizam predação dos ovos da broca; e de outras lagartas com a bactéria *Bacillus thuringiensis* (PETEAN, 2021). Tais exemplos demonstram que o emprego de biodefensivos pode ser realizado com sucesso também em larga escala.

Em 2020, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) concedeu registro a 493 agrotóxicos, componentes e afins (Figura 2), destes 19,3% são produtos de baixo risco (Bio¹ e Bio/Org²), um aumento de 120,9% em relação ao registrado no ano anterior (BRASIL, 2021). O uso dos biodefensivos é uma importante ferramenta para reduzir os problemas de resistência das plantações pelo uso irracional de defensivos químicos. Seu uso deve, sempre que possível, ser incorporados junto ao manejo integrado de pragas e doenças.

-
- 1 Bio - O registro de Produto Formulado Biológico, Microbiológico, Bioquímico, Extrato Vegetal, Regulador de Crescimento ou Semioquímico com classificações classes IV - Produto Pouco Perigoso ao Meio Ambiente, conforme avaliação do IBAMA, e Categoria 5 - Produto Improvável de Causar Dano Agudo ou Não classificado - Produto não classificado, pela ANVISA.
 - 2 Bio/Org - O registro de Produto Formulado Biológico, Microbiológico, Bioquímico, Extrato Vegetal, Regulador de Crescimento ou Semioquímico, para a Agricultura Orgânica se iniciou a partir da previsão legal disposta no Decreto n.º 6913, de 23 de julho de 2009.

Figura 2 – Número de registro de agrotóxicos, componentes e afíns, atribuídos pelo MAPA



Fonte: Autores com base em Brasil (2021).

3.5 Plataformas digitais

Uma das maiores contribuições da agricultura 4.0 são as plataformas digitais, as quais são ferramentas avançadas na gestão dos estabelecimentos rurais. As decisões tomadas pelo produtor rural, historicamente baseadas na tradição, experiência e intuição, passam a ser apoiadas por informações precisas e em tempo real (ROMANHUK, 2020).

As empresas de base tecnológica que têm crescimento rápido e escalável, mais conhecidas como startups, são as principais responsáveis pela criação de plataformas digitais inovadoras. No Brasil já são mais de 13.774 startups cadastradas no ecossistema brasileiro de startups, dentre as quais 493 (3,58%) tem seu foco no agronegócio (ABSTARTUPS, 2021).

A 2ª edição do Censo AgTech Startups Brasil, realizado em 2018, ouviu 184 startup do agronegócio e mostrou que a maior parte delas tem como área de atuação suporte à decisão; IoT e hardware; software e gestão agrícola (AGTECH GARAGEM, 2021). O produtor rural precisa ter conhecimento da variedade de soluções tecnológicas que são oferecidas pelas startups para facilitar as atividades agrícolas. Essas soluções vão desde

sistemas de gerenciamento de dados zootécnicos até marketplaces de insumos e produtos.

A Embrapa é também responsável por parte dos aplicativos que auxiliam a resolver problemas recorrentes dentro do Agronegócio. A empresa disponibilizou diferentes softwares, gratuitamente aos produtores e público em geral, para facilitar as atividades nos sistemas agroalimentares em 2020 (Quadro 1).

Quadro 1 – Softwares lançados pela Embrapa em 2020

| Nome | Funcionalidade |
|----------------|---|
| BRS Capiaçú | Aplicativo que disponibilizar em um só veículo as informações necessárias sobre a cultivar de capim-elefante BRS Capiaçú. ³ |
| GeoMatopiba | Plataforma para o gerenciamento de análise de dados, de acesso público e gratuito, sobre a região do Matopiba. ⁴ |
| +Leite | Aplicativo que realiza o diagnóstico produtivo da fazenda leiteira de forma simples, amigável e intuitiva. ⁵ |
| UzumWebMaca | É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos da macieira de forma simples, amigável e intuitiva. ⁶ |
| UzumWebMorango | É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos do morangueiro de forma simples, amigável e intuitiva. ⁷ |

3 BRS Capiaçú. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5253/app-brs-capiacu>. Acesso em: 20 abr. 2021.

4 GeoMatopiba. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1122591/geomatopiba-inteligencia-territorial-estrategica-para-o-matopiba>. Acesso em: 20 abr. 2021.

5 +Leite. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/6162/aplicativo-leite>. Acesso em: 20 abr. 2021.

6 UzumWebMaca. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/maca/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

| | |
|----------------|--|
| UzumWebPessego | É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos do pessegueiro de forma simples, amigável e intuitiva. |
| UzumWebUva | É um sistema especialista que se propõe a apoiar extensionistas, consultores e técnicos em geral, bem como estudantes e produtores rurais no diagnóstico rápido de doenças, pragas e outros distúrbios fisiológicos da videira de forma simples, amigável e intuitiva. ⁸ |
| AgroTagVEG | Sistema mobile capaz de realizar coletas sistemáticas de dados e propiciar o compartilhamento de informações em rede entre seus usuários (ex. membros da rede de fomento ILPF, técnicos, agricultores, extensionistas, pesquisadores e parceiros). ⁹ |
| Bioinsumos | O aplicativo oferece ao público usuário as opções de bioinsumos cadastrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) no Catálogo Nacional de Bioinsumos, além de informações relevantes a respeito do emprego de insumos biológicos na agricultura. ¹⁰ |
| PlanejArroz | Aplicativo para o Planejamento do Manejo e Estimativa da Produtividade em Arroz Irrigado. ¹¹ |

7 UzumWebMorango. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/morango/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

8 UzumWebUva. Disponível em: <https://www.cnpuv.embrapa.br/uzum/uva/>. Acesso em: 20 abr. 2021.

9 AgroTagVEG. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/5343/agrotagveg---aplicativo-movel-agrotag-veg>. Acesso em: 20 abr. 2021.

10 Bioinsumos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7227/aplicativo-bioinsumos>. Acesso em: 20 abr. 2021.

11 PlanejArroz. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1124971/planej arroz-aplicativo-para-o-planejamento-do-manejo-e-estimativa-da-produtividade-em-arroz-irrigado>. Acesso em: 20 abr. 2021.

| | |
|--------------------------------|---|
| PSR – Programa de Seguro Rural | O aplicativo tem como objetivo de apresentar o programa de seguro rural, suas características, as subvenções vigentes e os contatos (telefone, e-mail e site) de seguradoras que operam na área agrícola aos usuários do serviço, em sua maioria produtores rurais. ¹² |
|--------------------------------|---|

Fonte: Autores.

4. Vantagens esperadas com a adoção das tecnologias

A tecnologia promove a praticidade, facilita a execução de tarefas da rotina diária do campo, flexibiliza o planejamento, melhora a mensuração e a utilização de dados, que geram informações para otimizar a produção (PAZETO, 2021; SAIZ-RUBIO; ROVIRA-MÁS, 2020). Frente a luz da transformação digital os modelos de negócio estão sendo revisados (COSTA et al., 2020). É preciso pensar na experiência do cliente (*customer experience*) e fazê-lo se identificar com o produto ofertado. Conhecer o perfil dos consumidores é primordial (COSTA et al., 2020). Para isso, os produtores rurais precisam assumir suas atividades agrícolas como um negócio e pensar estrategicamente formas para aproximar e fidelizar seus clientes/consumidores. A própria tecnologia pode e deve ser usada para conhecer os clientes e proporcionar a eles uma experiência capaz de fidelizá-los.

A tecnologia veio para favorecer a atividade rural e aproximar clientes de fornecedores. Essa interação entre pessoas é um dos pilares da agricultura digital, uma vez que, as máquinas mais modernas e os sistemas digitalizados transformam o trabalho do campo em uma atividade mais fácil, do ponto de vista da força física, o que impacta na qualidade de vida dos envolvidos e impulsiona um modelo de negócio que se importa com as pessoas.

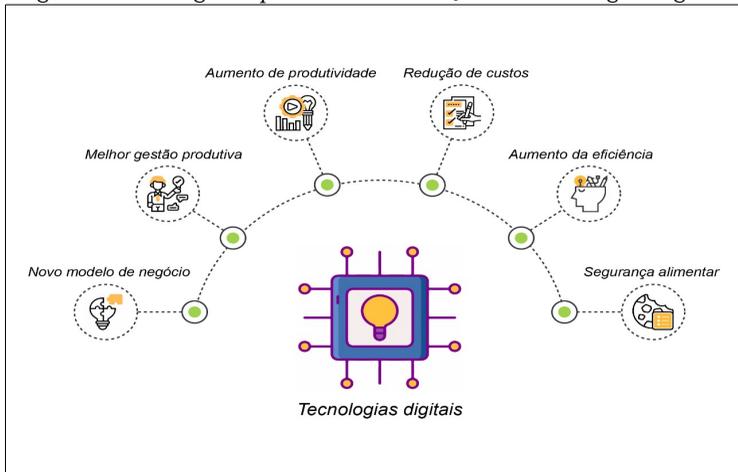
12 PSR – Programa de Seguro Rural. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/7323/psr--programa-de-seguro-rural>. Acesso em: 20 abr. 2021.

Na agricultura ocorre perdas por diversos fatores, sejam eles, climáticos, edáficos, falta de genótipos adaptados, por inadequação de equipamento, por falta de conhecimento, entre outros. Mas à medida que as propriedades vão adotando o uso das tecnologias inovadoras, elas ajudam a evitar essas perdas e a produção vai sendo otimizada ao máximo. Essas tecnologias aliadas ao conhecimento agrônômico e zootécnico proporciona aumento de produtividade, por conduzir a uma tomada de decisão mais assertiva.

O uso das tecnologias digitais permite ao produtor ter acesso a informações que muitas vezes ficavam “invisíveis aos olhos”. De posse de tais informações ele pode fazer melhor gestão das atividades, produzir índices de performance de equipamentos, processos e pessoas. E assim, fazer as alterações necessárias para reduzir os custos e aumentar a eficiência produtiva (Figura 3).

Figura 3 – Vantagens esperadas com a adoção das tecnologias digitais



Fonte: Autores.

À medida que as tecnologias digitais vão se disseminando no campo e o conhecimento técnico sendo aprimorado, maior

será a produção de alimentos, tanto em quantidade como em qualidade (SAUSEN et al., 2020a; DALL’AGNOL, 2018). Com uma maior oferta, a tendência é que os preços dos alimentos se tornem mais acessíveis a toda população, resultando em maior segurança alimentar.

A agricultura está em constante evolução e a era digital veio para ficar. Se render a essa “novidade” é inevitável para manter-se competitivo. Os profissionais das ciências agrárias precisam estar atualizados para acompanhar as tendências do mercado que está cada vez mais exigente.

5. Considerações finais

Em um mundo globalizado, manter-se competitivo exige que os produtores se reinventem e aprimorem constantemente o modo de produção. Os consumidores exigem uma agricultura mais sustentável, o que torna a adoção das tecnologias digitais ferramentas que vão ao encontro dos interesses de produtores e do mercado.

O uso de cultivares mais eficientes e produtivas, da telemetria, de drones, de biodefensivos e de plataformas digitais são estratégias que podem ser facilmente inseridas para melhorar a produção e a qualidade de vida de quem trabalha no setor e por isso, aos poucos, vão se consolidando no campo.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE STARTUPS (ABSTARTUPS).

Startups pelo Brasil: o ecossistema brasileiro em números. 2020.

Disponível em: <https://startupbase.com.br/home>. Acesso em: 3 maio 2021.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL (ANAC).

Drones. Brasília, DF, 2020. Disponível em:

<https://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones>.

Acesso em: 2 maio 2021.

AGTECH GARAGEM. **2ª Censo AgTech Startups Brasil**.

Infográfico. c2021. Disponível em:

<http://www.agtechgarage.com/censo>. Acesso em: 3 maio 2021.

ANDRADE, J. N., COSTA NETO, E. M.; BRANDÃO, H.

Using ichthyotoxic plants as bioinsecticide: a literature review.

Revista Brasileira de Plantas Medicinais, Campinas, v. 17, n. 4, p. 649-656, 2015. Disponível em:

<https://www.scielo.br/pdf/rbpm/v17n4/1516-0572-rbpm-17-4-0649.pdf>. Acesso em: 3 maio 2021.

ARAÚJO, I. S.; OLIVEIRA, G. M.; LACERDA, L. B.; BATISTA, J. L.; LOPES, G. M. Perspectivas atuais da utilização de

bioinseticidas em *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae).

Revista Brasileira de Meio Ambiente, São Paulo, v. 7, n. 3. p. 20-27, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3575253>.

Acesso em: 1 maio 2021.

BLECHER, B.; SILVA, E. E. A telemetria acelera a produção

agrícola. **Globo Rural**, Rio de Janeiro, 5 jun. 2017. Disponível em:

<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Pesquisa-e-Tecnologia/noticia/2017/06/telemetria-acelera-producao-agricola.html>. Acesso em: 11 maio 2021.

BORSARI, A. P.; CLAUDINO, M. Mercado e percepção do

produtor brasileiro. **Agroanalysis 2018**. 2018. Disponível em:

<https://www.abcbio.org.br/informativos/publicacoes>. Acesso em: 11 maio 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

(MAPA). **Registros concedidos – 2005 – 2020**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/agrotoxicos/informacoes-tecnicas>. Acesso em: 09 maio 2021.

BROOKES, G.; BARFOOT, P. Environmental impacts of genetically modified (GM) crop use 1996-2016: impacts on pesticide use and carbon emissions. **GM Crops & Food**, Philadelphia, v. 9, p. 109-139, 2018. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29883251>. Acesso em: 11 maio 2021.

COSTA, J. W. N.; OLIVEIRA, R. J.; LEPRE, T. R. F. Perfil do consumidor 4.0 e novos modelos de negócio. **South American Development Society Journal**, São Paulo, v. 5, n. 15, p. 499-516, 2020. Disponível em: <http://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/286/257>. Acesso em: 11 maio 2021.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA (CTNBIO). **Plantas geneticamente modificadas aprovadas para comercialização**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/liberacao-comercial>. Acesso em: 01 maio 2021.

COMISSÃO TÉCNICA NACIONAL DE BIOSSEGURANÇA (CTNBIO). **Entenda o caminho que um OGM percorre dentro da CTNBio**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: <http://ctnbio.mctic.gov.br/processo-de-ogm>. Acesso em: 01 maio 2021.

DALL'AGNOL, A. Entenda a importância da pesquisa agrícola para a sociedade brasileira. **Canal Rural**, [S. l.], 7 ago. 2018.

Disponível em:

<https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2018/08/07/pesquisa-agricola-e-a-sociedade-brasileira/>. Acesso em: 11 maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (org.). **Produtos**. Brasília, DF, 2021. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/produtos>. Acesso em: 10 maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (org.). **Balanco social 2019**. 23. ed. Brasília, DF, 2020. 60 p. Disponível em:

<https://bs.sede.embrapa.br/2019/arquivo.html>. Acesso em: 10 maio 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) (org.). **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília, DF, 2018. 212 p. Disponível em:

<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>. Acesso em: 10 maio 2021.

GIRALDELI, A. Drones na agricultura: como eles te ajudam a lucrar mais. **Aeagro**, Porto Alegre, 5 abr. 2019. Disponível em:

<https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura>. Acesso em: 10 maio 2021.

GONÇALVES, K. M.; SILVA, M. T.; LEMOS, O. L. Uso de RPA na estimativa de falhas e presença de formigueiros em um povoamento florestal de eucalipto. **Anuário do Instituto de**

Geociências, Rio de Janeiro, v. 42, n. 3, p. 274-280, 2019.

Disponível em: http://dx.doi.org/10.11137/2019_3_274_280.

Acesso em: 11 maio 2021.

MAMBRIN, R. B.; MOURA, D. S.; HELGUEIRA, D. B.

Definições e histórico do setor da horticultura. *In*: SAUSEN, D.;

MAMBRIN, R.B.; CASSANEGO, D. B.; CARVALHO, I. R.

(ed.). **Cadeia produtiva da horticultura**: situação atual. Curitiba:

CRV, 2019. P. 25-30.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. Agro 4.0 – rumo à

agricultura digital. *In*: MAGNONI JÚNIOR, L.; STEVENS, D.;

SILVA, W. T. L.; VALE, J. M. F.; PURINI, S. R. M. *et al.* (org.). **JC**

na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o

conhecimento para alimentar o Brasil. 2. ed. Botucatu: Instituto de

Biociências, 2017. 500 p. ISBN: 978-85-99697-85-6. Disponível em:

<http://www3.ibb.unesp.br/wp-content/uploads/2017/11/SNCT-2016-E-book-JC-na-Escola-Mobilizar-o-Conhecimento-para-Alimentar-o-Brasil-Edição-fnal.pdf>. Acesso em: 11 maio 2021.

PANDOLFO, M. Uso de Biodefensivos no Brasil. **AgroLink**, [S.

l.], 2018. Disponível em:

https://www.agrolink.com.br/colunistas/coluna/uso-de-biodefensivos-no-brasil_412526.html. Acesso em: 11 maio 2021.

PAZETO, M. Lavoura high tech: a importância da tecnologia no

agronegócio. **Revista Cultivar**, Pelotas, 2021. Disponível em:

<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/lavoura-high-tech-a-importancia-da-tecnologia-no-agronegocio>. Acesso em: 11 maio 2021.

PETEAN, M. A importância dos biodefensivos para o manejo

integrado. **Revista Cultivar**, Pelotas, 2021. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/a-importancia-dos-biodefensivos-para-o-manejo-integrado>. Acesso em: 11 maio 2021.

PIXLEY, K. V.; FALCK-ZEPEDA, J. B.; GILLER, K. E.; GLENNA, L. L.; GOULD, F. *et al.* genome editing, gene drives, and synthetic biology: Will they contribute to disease-resistant crops, and who will benefit? **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 57, p. 165-188, 2019. Disponível em: <https://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev-phyto-080417-045954>. Acesso em: 11 maio 2021.

ROMANHUK, S. A Agricultura 4.0 no Brasil. **Digital Agro News**. 2020. Disponível em: <https://digitalagro.com.br/2020/05/08/a-agricultura-4-0-no-brasil>. Acesso em: 11 maio 2021.

SAIZ-RUBIO, V.; ROVIRA-MÁS, F. From Smart Farming towards Agriculture 5.0: A Review on Crop Data Management. **Agronomy**, Basel, v. 10, n. 207, p. 1-21, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/10/2/207>. Acesso em: 10 maio 2021.

SAUSEN, D., MARQUES, L. P.; COSTA, G.A.; MELO, M.C., AZEVEDO, L.B. Agrotecnologias disruptivas. **RECoDAF: Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar**, Tupã, v. 6, n. 2, p. 41-68, jul./dez. 2020a. Disponível em: <https://owl.tupa.unesp.br/recodaf/index.php/recodaf/article/view/126>. Acesso em: 11 maio 2021.

SAUSEN, D.; MARQUES, L. P.; BEZERRA, L. O.; SILVA, E. S.; CANDIDO, D. Biotecnologia aplicada ao manejo de plantas

daninhas. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 5, p. 23150-23169, 2020b. DOI: 10.34117/bjdv6n5-027. Disponível em:

<http://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/9511>. Acesso em: 11 maio 2021.

SILVA, G. B. P.; LOVATTO, M.; FERRARI, L. E. Utilização de novas tecnologias para monitoramento de doenças na horticultura. *In*: SAUSEN, D.; MAMBRIN, R. B.; CASSANEGO, D. B.; CARVALHO, I. R. (ed.). **Cadeia produtiva da horticultura: situação atual**. Curitiba: CRV, 2019, 168 p. ISBN: 9788544434123.

SOUZA, H. N.; RIBEIRO, M. F.; SILVA, R. Z. Compatibilidade entre defensivos naturais e o fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (bals.). Vuill. **Magistra**, Cruz da Almas, v. 30, p. 60–66, 2019. Disponível em:

<https://magistraonline.ufrb.edu.br/index.php/magistra/article/view/540>. Acesso em: 11 maio 2021.

VARGAS, B. D.; BASSO, A.; RODRIGUES, T. V.; SILVA, L. B.; GATZKE, M. *et al.* Biotecnologia e alimentos geneticamente modificados: uma revisão. **Revista Contexto & Saúde**, Ijuí, v. 18, n. 35, p. 19-26., 2018. Disponível em:

<https://doi.org/10.21527/2176-7114.2018.35.19-26>. Acesso em: 2 maio 2021.

ZAMBON, I.; CECCHINI, M.; EGIDI, G.; SAPORITO, M. G.; COLANTONI, A. Revolution 4.0: industry vs. agriculture in a future development for SMEs. **Processes**, Basel, v. 7, n. 36, p. 1-16. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2227-9717/7/1/36>. Acesso em: 11 maio 2021.