



Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Souza
(Organizadores)

Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Souza
(Organizadores)

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Agricultural sciences: knowledge and diffusion of technology

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Sousa

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

A278 Agricultural sciences: knowledge and diffusion of technology / Organizadores Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos, Deucleiton Jardim Amorim, Luiz Alberto Melo de Sousa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-927-8

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.278221802>

1. Agricultural. I. Silva-Matos, Raissa Rachel Salustriano da (Organizadora). II. Amorim, Deucleiton Jardim (Organizador). III. Sousa, Luiz Alberto Melo de (Organizador). IV. Título.

CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

As ciências agrárias nas últimas décadas têm surpreendido o mundo, pelo rápido avanço das tecnologias, desde o plantio a pós-colheita. Este avanço é fruto do trabalho de pesquisadores, instituições públicas e privadas, pois estão atentos a crescente demanda por alimentos, decorrente do aumento populacional.

Nos dias atuais, em que se dispõe de muitas facilidades para acessar informações com celeridade, certa acomodação se tornou inevitável, isso inclui os profissionais das ciências agrárias. Com frequência, utilizam-se hoje subsídios obtidos com rapidez nas mídias, em particular na digital, que o interessado se vê fortemente induzido a pô-los em prática com agilidade e precisão.

A obra intitulada “Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology” afigura-se, portanto, diante de tal quadro, a iniciativa de organização de textos, detalhando de forma organizada e simples as aplicações tecnológicas dentro da agricultura e todo o conhecimento disponível.

A partir do conteúdo presente nesta obra desejamos aos leitores uma leitura crítica, no melhor sentido, para agregar com novas ideias sobre a temática. Prezados (as) ótima leitura.

Raissa Rachel Salustriano da Silva-Matos
Deucleiton Jardim Amorim
Luiz Alberto Melo de Sousa

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AÇÃO ALELOPÁTICA E CITOTÓXICA DE *MAYTENUS ILICIFOLIA* MART. EX REISSEK, CELASTRACEAE

Sérgio Alessandro Machado Souza

Kellen Coutinho Martins

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218021>

CAPÍTULO 2..... 11

ADAPTACIÓN AL AUMENTO DE PRECIPITACIONES INTENSAS EN EL ESTE DE PARAGUAY: EL ROL DE LA SIEMBRA DIRECTA Y LOS BOSQUES

Fiorella Oreggioni

Norman Breuer

Julián Báez Benítez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218022>

CAPÍTULO 3..... 27

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGRICULTURA: UMA EXPOSIÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS QUE VEM APERFEIÇOANDO O SISTEMA AGRÍCOLA DE PRODUÇÃO

Anderson de Araújo Mendes

Kilson Pinheiro Lopes

Vitória Cristina dos Santos Ribeiro

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

Anny Karoliny de França Soares

Maria Luana Oliveira Silva

Eduardo Antônio do Nascimento Araújo

Kayo Werter Nicacio Campos

Paloma Domingues

Lyandra Maria de Oliveira

Alena Thamyres Estima de Sousa

Amanda Pereira da Costa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218023>

CAPÍTULO 4..... 40

CAULE DECOMPOSTO DE BABAÇU E CAIXA TETRA PAK COMO TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS NO DESEMPENHO DE MUDAS DE CARAMBOLEIRAS CULTIVAR 'B-17'

Samuel Ferreira Pontes

Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos

Ana Paula de Almeida Sousa

Janaiane Ferreira dos Santos

Gabriela Sousa Melo

Ramón Yuri Ferreira Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218024>

CAPÍTULO 5..... 51

SCALING TO REAL SIZE OF THE IMPROVEMENTS IN THE RESISTANCE OF

CONSTRUCTION ELEMENTS OF PLASTER AND COMMON REED (ARUNDO DONAX L.)

Antonio Martínez Gabarrón

Francesco Barreca

José Antonio Flores Yepes

Joaquín Julián Pastor Pérez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218025>

CAPÍTULO 6..... 60

IMPACTO DA INTERVENÇÃO, ATRAVÉS DE PROJETO DE EXTENSÃO, NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS PRODUTORES DE PEIXES EM COMUNIDADES DO OESTE DO PARÁ

Jamilly Varela da Silva

Geovane Ribeiro Vasconcelos Lima

Breno Pimentel dos Reis

Suzete Roberta da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218026>

CAPÍTULO 7..... 71

NOVAS DESCOBERTAS E POTENCIAIS APLICAÇÕES DE USO DE *Solanum crinitum* Lam. EM ÁREAS DE DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Natália do Couto Abreu

Mozaniel Santana de Oliveira

Elaine Priscila Pereira Paixão

Lucas Levino Alves Vieira

Lucieta Guerreiro Martorano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218027>

CAPÍTULO 8..... 88

POTENCIAL DA CULTURA DA MAMONA E SUAS DIFERENTES APLICAÇÕES

Amanda Pereira da Costa

Kilson Pinheiro Lopes

Paloma Domingues

Lyandra Maria de Oliveira

Maria Izabel de Almeida Leite

Anny Karolinny de França Soares

Anderson Felipe Rodrigues Coelho

Alena Thamyres Estima de Sousa

Vitória Cristina dos Santos Ribeiro

Maria Luana Oliveira Silva

Anderson de Araújo Mendes

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218028>

CAPÍTULO 9..... 106

PSICOMETRIA E UMIDADE DE EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO: DAS CONDIÇÕES DO AR À QUALIDADE DE SEMENTES E GRÃOS

Júlia Letícia Cassel

Tamara Gysi

Bruna Eduarda Kreling
Cristiano Tonet
Bruna Dalcin Pimenta

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.2782218029>

CAPÍTULO 10..... 117

**TECNOLOGIAS DE COMBATE AO ESTRESSE SALINO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS
PARA PRODUÇÃO AGRÍCOLA**

Eduardo Antônio do Nascimento Araújo

Kilson Pinheiro Lopes

Alena Thamyres Estima de Sousa

Maria Izabel de Almeida Leite

Kayo Werter Nicacio Campos

Amanda Pereira da Costa

Paloma Domingues

Lyandra Maria de Oliveira

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

Anderson de Araújo Mendes

Anderson Felipe Rodrigues Coelho

Anny Karoliny de França Soares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.27822180210>

SOBRE OS ORGANIZADORES 131

ÍNDICE REMISSIVO 132

CAPÍTULO 3

AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGRICULTURA: UMA EXPOSIÇÃO DAS PRINCIPAIS TECNOLOGIAS QUE VEM APERFEIÇOANDO O SISTEMA AGRÍCOLA DE PRODUÇÃO

Data de aceite: 01/02/2022

Data de submissão: 23/12/2021

Anderson de Araújo Mendes

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/2575006725705971>

Kilson Pinheiro Lopes

Universidade Federal de Campina Grande
– UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/2366117797494886>

Vitória Cristina dos Santos Ribeiro

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9979666214146886>

Antônio Carlos de Sena Rodrigues

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar– CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/7657251831118742>

Anny Karolinny de França Soares

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/2806018127496354>

Maria Luana Oliveira Silva

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/7309978645436553>

Eduardo Antônio do Nascimento Araújo

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9800417815093021>

Kayo Werter Nicacio Campos

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/2422018035956997>

Paloma Domingues

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9819533203393721>

Lyandra Maria de Oliveira

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/2421808726725145>

Alena Thamyres Estima de Sousa

Universidade Federal de Campina Grande–
UFCG. Centro de Ciência e Tecnologia
Agroalimentar – CCTA
Pombal – PB
<http://lattes.cnpq.br/9422043816685147>

RESUMO: Desde que surgiu na antiguidade, o modo de se cultivar uma planta em solo fértil vem sofrendo uma série de mudanças, iniciando pela utilização de ferramentas rudimentares de madeira e pedra, depois veio o ferro, e atualmente tem-se a existência de máquinas de grande porte que auxiliam em praticamente todas as etapas de produção. Além disso, a capacidade de levar a internet ao campo abriu novas fronteiras para que todo o processo ocorra de forma mais precisa e com o máximo possível de aproveitamento. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma revisão de literatura explorando as tecnologias empregadas no sistema agrícola e que possuem potencial para aperfeiçoar ainda mais esse processo, tendo em vista o aumento na demanda por alimentos pelo mundo inteiro nos próximos anos e o desejo de se produzir mais sem que seja necessário ampliar o total de áreas agricultáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Agricultura de precisão; Biotecnologia; Big Data; IoT.

TECHNOLOGICAL ADVANCES IN AGRICULTURE: AN EXHIBITION OF THE MAIN TECHNOLOGIES THAT ARE IMPROVING THE AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEM

ABSTRACT: Since it appeared in antiquity, the way to cultivate a plant in fertile soil has undergone a series of changes, starting with the use of rudimentary tools of wood and stone, then came iron, and currently there are large machines. That assist in virtually all stages of production. In addition, the ability to take the internet to the field has opened new frontiers so that the entire process can take place more precisely and with the maximum possible use. Therefore, this work aims to review the literature exploring the technologies used in the agricultural system and which have the potential to further improve this process, in view of the increased demand for food around the world in the coming years and the desire to produce more without the need to expand the total number of arable areas.

KEYWORDS: Precision agriculture; Biotechnology; Big Data; IoT.

INTRODUÇÃO

O termo agricultura remete a prática de cultivar os solos com a finalidade de produzir alimentos para o consumo humano e/ou alimentação animal, representando o trabalho e os variados métodos de obtenção dos produtos agrícolas. Desde a antiguidade o homem via a necessidade de obter alimentos de forma que não dependesse apenas da disposição espontânea na natureza, dessa forma iniciou-se o sistema de cultivo de alimentos. Pode-se dizer que a agricultura é uma prática que está atrelada na história e por isso evoluindo em conjunto com o homem, este que sempre busca novas técnicas para satisfazer suas

necessidades (CASTANHO; TEIXEIRA, 2017; MAZOYER; ROUDART, 2010).

Até o século XVIII eram utilizadas ferramentas rudimentares feitas artesanalmente em madeira e ferro para todas as atividades envolvidas na agricultura, entretanto o aumento da população exigia um aumento na disponibilidade de alimentos e por consequência era necessário um maior aproveitamento da produção agrícola. Com isso, aos poucos a mão de obra humana foi sendo substituída pela força animal, em seguida por forças motorizadas a vapor e depois por força de motores de combustão interna, o surgimento dessas tecnologias possibilitaram um aumento na produtividade agrícola, e, conseqüentemente, uma maior disposição de alimentos. Desde então, o setor agrícola vem investindo mais em inovações tecnológicas, gerando uma crescente oferta de equipamentos cada vez mais avançados que contribuem para o aumento na produtividade no campo (VIAN *et al.*, 2013; JUNGES, 2019).

Com todos os frequentes avanços tecnológicos acabou surgindo a chamada agricultura de precisão (AP), sendo responsável por todo o processo de obtenção e processamento de informações em grande detalhamento, com métodos de georreferenciamento sobre as áreas agrícolas que permitem a elaboração de meios para um maior aproveitamento do terreno, melhor distribuição de sementes e fertilizantes, além de garantir maior precisão na irrigação. Isso só é possível graças as tecnologias de monitoramento, como os sistemas de posicionamento a partir de satélites (GPS – Global Positioning System) e aos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), toda essa inovação tornou as atividades agrícolas cada vez mais produtivas e sustentáveis (COELHO; SILVA, 2009; RESENDE *et al.*, 2010).

A agricultura de precisão chegou ao Brasil mais ou menos na segunda metade da década de 1990 e hoje em dia o país é visto mundialmente como um importante produtor e exportador de commodities agrícolas (DERANI; SCHOLZ, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Em 2020, o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro foi de aproximadamente R\$ 7,45 trilhões sendo que o agronegócio contribuiu em cerca de 26,6% desse total, ou seja, quase R\$ 2 trilhões segundo dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA).

Segundo Amorim *et al.* (2019), a importância do agronegócio no contexto nacional e internacional fundamenta-se na crescente demanda por suprimentos para alimentar toda a população que continua aumentando ao longo dos anos. Para que isso seja possível, a agricultura 4.0 surgiu para seguir intimamente ligada a agricultura de precisão, fornecendo equipamentos tecnológicos para garantir maior detalhamento e facilidade na coleta de dados, com uma maior conectividade no campo é possível introduzir no processo produtivo tecnologias que abrem um leque de possibilidades para aumentar a produtividade, agregando mais valor ao produto e tornando o mercado mais competitivo (VILLAFUERTE *et al.*, 2018).

A integração das tecnologias na lavoura passa por todas as fases de produção, desde a pré-produção na qual utiliza sementes geneticamente melhoradas e assim mais resistentes a doenças e variações climáticas, passando pela fase de produção trazendo

a automação rural com os drones, satélites e sensores colocados nas plantas, animais, no solo e no maquinário. Já na pós-produção além de todo um envolvimento com o armazenamento do que foi produzido tem também o setor logístico. Todos esses sistemas são conectados entre eles por uma central de dados onde é feita essa coleta automática (MASSRUHÁ *et al.*, 2020).

Mesmo o Brasil ocupando uma posição de destaque na produção agrícola mundial, os custos de implementação ainda causam insegurança em alguns tipos de agronegócio, além disso, a instabilidade do mercado e da própria economia faz com que muitos empresários evitem investir em recursos como automatização ou avanços tecnológicos na agricultura, o que implica na falta de conhecimento e crescimento dessa área tão importante, é essencial salientar também que a utilização das ferramentas digitais necessita de pessoas capacitadas adequadamente para seu manuseio (ESPERIDIÃO; SANTOS; AMARANTE, 2019).

Com isso, o presente trabalho vem trazendo uma revisão bibliográfica acerca das principais tecnologias que estão sendo aplicadas no sistema de produção agrícola ou que possuem grande potencial para uso, bem como trazer uma contextualização sobre agricultura de precisão, agricultura 4.0 ou agricultura digital na qual é uma complementação da AP, e expor sobre o melhoramento genético de espécies vegetais e sua importância no contexto produtivo. O Brasil apresenta-se como uma grande potência na produção agrícola mundial, com polos de exportação espalhados por todo o país e potencial para ampliação de sua produção total. Tendo em vista as futuras exigências na quantidade de alimentos produzidos, a integração das tecnologias apresentadas podem ser a chave principal para suprir todas as necessidades dentro dos limites das áreas agrícolas já existentes.

DESENVOLVIMENTO

Diante do cenário mundial no qual a tecnologia está presente em praticamente todas as atividades realizadas pelo homem, a agricultura tem se tornado cada vez mais conectada e inteligente. O agricultor deve se atentar cada vez mais ao que ocorre dentro e fora da sua propriedade, sempre se atendo as novidades do mercado e as necessidades do seu negócio para garantir maior rendimento e produtividade no campo. A agricultura de precisão (AP) é a responsável pela distribuição de tecnologias para o dia a dia no campo, pode-se entender que a AP é um conjunto de sistemas que usam dados adquiridos no campo para realizar um manuseio mais eficiente e econômico tanto em questão financeira quanto em questão de tempo, ampliando a visão do sistema produtivo e otimizando o uso de insumos (BOSCH, 2020).

No entanto, os conceitos de AP ainda são de certa forma, novos para muitos usuários, com o aumento da disponibilidade de tecnologias é comum que os produtores tenham dúvidas do que usar. Também é comum a falta de pessoas capacitadas para o

uso das ferramentas da AP, o que resulta em aplicações erradas e o não aproveitamento total das funcionalidades disponíveis, a falta de conhecimento na área também resulta na dificuldade de interpretação dos mapas ou das informações geradas e assim não sendo possível fazer uma recomendação precisa. Esse problema é o que faz com que muitas fazendas escolham usar o sistema convencional de agricultura, no qual consiste na aplicação igualitária de insumos e fertilizantes em toda a área podendo aplicar uma dosagem menor ou maior do que o necessário em determinados locais. Para o futuro da agricultura no Brasil é necessário que os produtores adquiram conhecimento sobre o manejo e aplicabilidade das novas tecnologias que vem surgindo a cada dia e que são usadas nas mais diversas etapas da produtividade (MENDES, 2018).

A partir disso, Pamplona e Silva (2019) definem a agricultura de precisão como um conjunto de inovações organizacionais e de processos que combinam mecanização com as tecnologias de informação e comunicação (TICs), permitindo um entendimento mais especializado das unidades de produção agrícola e assim possibilitando um maior aproveitamento das áreas disponíveis e dos recursos essenciais ao mesmo tempo em que reduz os riscos de contaminação dos solos e águas.

Agricultura de precisão e agricultura 4.0

De acordo com Villafuerte *et al.* (2018), a única forma de alcançar a produtividade de alimentos capazes de suprir as futuras demandas por alimentos nos próximos anos é por meio da agricultura de precisão, esta que deve seguir intimamente ligada à agricultura 4.0, ou como também é chamada, agricultura digital. Ainda segundo os autores, a agricultura 4.0 surgiu para auxiliar a agricultura de precisão em seus princípios, aos poucos foram sendo agregadas novas tecnologias que possibilitavam maior conectividade na captura de dados em campo enquanto geravam informações úteis para o produtor. Entre essas tecnologias computacionais se destacam a *Internet of Things* (IoT), *Big Data*, *Cloud Computing* *Machine Learning* e o desenvolvimento de inteligências artificiais para uso em campo, essa evolução traz consigo um vasto número de possibilidades para fazer a agricultura cada vez mais inteligente e competitiva.

Segundo Pitovo *et al.* (2018), a integração de tecnologias de informação e comunicação no maquinário dos sistemas de produção agrícola junto com a incorporação gradual da automação em seu processo fazem com que seja gerado um grande volume de dados e informações, uma agricultura inteligente necessita da transmissão e da concentração desses dados nos sistemas de armazenamento remoto, assim possibilitando maior precisão na tomada de decisões para o sistema produtivo.

Sendo os dados produzidos desde a pré-produção, passando pela fase de produção até a pós-produção, garantindo assim vantagens competitivas e benefícios socioambientais (MASSRUHÁ *et al.*, 2020). Ainda segundo os autores, a agricultura digital na pré-produção utiliza de informações que garantem melhoramento genético de plantas e animais, tornando-

os mais resistentes a doenças e variações climáticas. Na fase de produção, ocorre a chamada automação rural, fazendo o uso de drones, satélites e sensores colocados nas plantas, animais, solo e no maquinário, todos conectados remotamente entre eles mesmos e com a central onde é feita a coleta de dados. Em seguida, na pós-produção, ocorre um monitoramento do mercado e toda a administração dos produtos nas suas etapas de armazenamento, entrando a parte de logística.

As fazendas digitais ou fazendas inteligentes (*smart farms*) são amplamente automatizadas e monitoradas por sensores espalhados por todo o estabelecimento agropecuário conectados entre si e a uma rede de computadores formando assim a *IoT* que geram grande quantidade de dados (*big data*) estes sendo filtrados e armazenados (computação em nuvem) e depois analisados. A quantidade de dados torna inviável o uso de mão de obra humana para serem gerenciados, fazendo-se necessário o auxílio de algoritmos aprimorados por técnicas de inteligência computacional (*Analytics*). O ciclo só é fechado após análise por meio de comandos remotos ao maquinário equipado com GPS, estes por sua vez fazem apenas pequenas intervenções pontuais onde for necessário com a finalidade de otimizar a produção, acrescentar lucratividade e causar menos impactos ambientais. Todas as informações geradas durante o processo produtivo podem ser acessadas em detalhes por meio de dispositivos móveis (Massruhá, 2015).

Internet of Things (IoT)

A constante evolução da tecnologia traz consigo maneiras inovadoras de gerenciamento e organização de informações, sendo grande parte dessas inovações possíveis apenas pelo uso das tecnologias sem fio, estas que proporcionaram um novo meio alternativo para as empresas saírem na frente de seus concorrentes. No meio de tantas inovações surgiu o que é chamado de *Internet of Things* (IoT), traduzindo, Internet das Coisas, ela possui uma particularidade bastante notável, trazendo conectividade aos objetos, interligando-os e permitindo a comunicação entre eles. Além de proporcionar maior viabilidade da aplicação da Indústria 4.0, a qual é considerada por muitos como a quarta revolução industrial, possuindo a IoT como um dos seus pilares (SOUZA, 2019).

O termo *Internet of Things* foi definido em 1999 para representar um sistema ou plataforma onde uma variedade de objetos pode se interligar entre si através da internet. Sendo um conjunto de tecnologias as quais são inclusos sensores, redes de comunicação e sistemas de controle, utilizadas em uma variedade de atividades (na agricultura de precisão é nomeada de "*Agricultural Internet of Things*"), cada uma com funcionalidade diferente. As plataformas de IoT seguem uma sequência de fases: inicialmente tem a *coleta* de dados através de sensores e dispositivos em qualquer sistema; a *comunicação*, a qual é responsável por enviar dados e acontecimentos por meio de uma rede para um local predeterminado como plataformas de nuvem (cloud/data centers); após isso tem a fase de *análise* onde são criadas informações a partir dos dados recebidos permitindo a

sua visualização, criação de relatórios etc.; e por fim, na fase de *ação* é possibilitado o desencadeamento de um processo baseado nos dados e informações como a comunicação com outras máquinas, mensagens de texto, entre outras. Na agricultura de precisão, o uso das IoT engloba a utilização de sensores de radiação solar, temperatura e humidade do ar, teor de água no solo, redes e atuadores que permitem identificar as condições do meio (plantas, solo e ambiente) e atuando de acordo com os objetivos definidos (SANTOS, 2019).

Inteligência artificial na agricultura

Por tradição, os produtores costumam ir até os campos para monitorar a situação da lavoura e com isso tomar decisões baseadas em suas próprias experiências, porém essa prática não é sustentável, pois dentre outras razões, algumas lavouras são enormes, o que dificulta o gerenciamento total da área, isso levando em consideração os três critérios principais que serão guias para a agricultura nos próximos anos: eficiência, sustentabilidade e disponibilidade para as pessoas, e apesar da longa experiência de alguns produtores a tecnologia é capaz de se tornar uma ferramenta mais sistemática de detectar problemas que são difíceis de serem observados apenas pela inspeção visual (SAIZ-RUBIO; ROVIRA-MÁS, 2020). Junto com o novo modelo de agricultura que vem sendo cada vez mais adotado por parte dos produtores, a inteligência artificial (IA) também vem ganhando espaço no sistema produtivo no campo, auxiliando em colheitas mais saudáveis, controle de pragas, monitoramento do solo e das condições do cultivo, organização de dados, além de proporcionar uma melhoria nas condições de uma amplitude de atividades relacionadas à agricultura ao longo de toda sua cadeia produtiva e ainda analisar condições climáticas, de temperatura e a utilização da água permitindo assim tomada de decisões mais rápidas (FONSECA, 2020).

É possível pensar na IA como um tipo de simulação da capacidade de pensamento abstrato, criativo, dedutivo e com capacidade de aprender, isso usando a lógica digital e binária dos computadores (MARR, 2019), assim, Lobo (2018) define a inteligência artificial como um ramo da ciência da computação que tem o objetivo de desenvolver sistemas capazes de simular a capacidade humana de detectar um problema, identificá-lo, e assim resolvê-lo, podendo ainda propor tomadas de decisões.

Para contribuir em grande escala com o aumento da produtividade, a inclusão de tecnologias como a inteligência artificial atua por meio de novas máquinas, drones e equipamentos para agricultura de precisão, dispositivos robóticos gerenciam plantações através de vistorias e captação de imagens. Os veículos aéreos não tripulados (VANTs) realizam o trabalho de fornecer resoluções espaciais em grau de centímetros, além de uma resolução temporal nas quais são programadas em função da hora, do dia e das condições do tempo que mais seja adequado a obtenção de imagens, permitindo o estudo de biomassas, identificação e quantificação de espécies daninhas dificilmente controladas

(SANTOS, 2019; SOUZA, 2018; TATEISI *et al.* 2021).

O mercado global de inteligência artificial na agricultura segue em constante crescimento, no ano de 2017 foi avaliado em cerca de US \$ 545 milhões e é previsto que em 2024 alcance um valor em torno de US \$ 2.075 milhões, representando um aumento de 21% em seu CAGR (Compound Annual Growth Rate, ou taxa de crescimento anual composta), isso graças ao grande impacto causado no espaço agrícola motivada pela capacidade de aumento na produção agrícola para atender à crescente demanda de alimentos. Visto que os seres humanos por mais capacitados e eficientes que possam ser ainda necessitam de descanso e são sujeitos a falhas em suas decisões, já as máquinas não requerem um horário específico para funcionarem, além de que a IA podem ser capazes de aprender além do que é programado, tornando as escolhas em campo cada vez mais adequadas (ALVARENGA, 2020).

Drones na agricultura digital

De acordo com a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC é chamado “drone” tanto as pequenas aeronaves controladas remotamente utilizadas para atividades de lazer, quanto aqueles de uso mais profissional como os usados para atividades militares, atividades agrícolas ou construções civis, também sendo conhecidos como VANTs - veículos aéreos não tripulados (GIRALDELLI, 2019).

Os drones hoje em dia são fundamentais na agricultura digital, eles auxiliam em diversos fatores no meio agrícola sendo capazes de fazer um acompanhamento da lavoura por meio de fotografias aéreas que detectam falhas no plantio, infestações de plantas daninhas bem como ataque de pragas e falhas na irrigação, essas informações tornam possível uma rápida tomada de decisões, evitando ou reduzindo perdas de produtividade. Outros pontos aos quais os drones podem ser úteis é na demarcação de áreas, facilitando a escolha das melhores áreas para plantio, também são importantes no monitoramento da fazenda, assim como no monitoramento da pecuária (contagem de animais, detecção de animais doentes e na observação das condições dos pastos). A utilização de drones na pulverização é capaz de reduzir bastante os gastos com produtos fitossanitários, além de tornar esse processo mais rápido, o motivo disso é a aplicação mais eficiente dos fitossanitários, apenas onde é necessário, e ainda reduz o risco de exposição dos trabalhadores a esses produtos químicos (GIRALDELI, 2019).

Biotecnologia na agricultura – um panorama sobre o melhoramento vegetal

É de conhecimento comum que o planeta vem passando por uma série de mudanças climáticas causadas principalmente pelo aumento na temperatura atmosférica, segundo a previsão do cenário climático para as próximas décadas, é revelado um aumento na intensidade de eventos extremos, como longos períodos de calor e seca, precipitações pesadas, inundações, entre outros. Essas mudanças climáticas são tidas como principais causadoras de prejuízos na produtividade de regiões como América do Sul, África, e Ásia

nos anos de 1981 a 2010 (IIZUMI; RAMANKUTTY, 2016; MBOW *et al.*, 2019).

Diante do cenário atual e das previsões para o futuro é necessário que sejam adotadas medidas de mitigação e adaptação, como exemplo de estratégia adaptativa que é de grande urgência para o aumento sustentável da produtividade agrícola nos próximos anos tem-se o desenvolvimento de variedades mais bem adaptadas e tolerantes a condições extremas de climas. O aumento da tolerância às altas temperaturas e restrições hídricas nas fases de maior carência do ciclo de desenvolvimento de uma cultura promove a seleção dessa planta para uso em programas de melhoramento para a criação de novas cultivares. Esses programas de melhoramento utilizam ferramentas de biotecnologia como edição gênica, transgenia, marcadores moleculares e técnicas de fenotipagem mais precisas e em larga escala para acelerar a disponibilidade de genótipos adequadamente adaptados às condições de clima de regiões específicas (YASSITEPE, *et al.*, 2020).

O melhoramento genético dos vegetais possui um importante papel na preservação do ambiente, pois contribui de forma significativa na diminuição da quantidade de insumos agrícolas, tais como fertilizantes, pesticidas e herbicidas, promovendo assim a sustentabilidade agrícola, além de contribuir para o aumento da produtividade nas lavouras (CARNEIRO, 2018). Ainda segundo o autor, o melhoramento genético permite uma maior produção de culturas que são fonte de combustíveis renováveis, tornando-os mais viáveis e rentáveis.

Com os programas de melhoramento vegetal também é possível transformar os genes das plantas introduzindo genes de interesse advindos de espécies exóginas, filogeneticamente distantes ou não, no genoma funcional das espécies desejadas. Esses genes são o diferencial da nova cultivar produzida em relação as outras, sendo consideradas “cultivares elite”. A cultivar resultante desse processo é geralmente referida como organismo geneticamente modificado, é uma técnica muito vantajosa quando se deseja transferir ao genoma da espécie de interesse uma característica específica ligada a poucos genes (ARAÚJO; SANTOS, 2017).

Com isso, é criada uma variedade de uma espécie vegetal com atributos de maior interesse econômico, podendo ser resistentes a vírus, pragas e mudanças climáticas. As sementes resultantes são chamadas de transgênicas, sendo consideradas a resposta para grande parte dos problemas agrícolas mundiais, chegando a aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção, produzir alimentos em melhor qualidade, além de serem menos agressivas ao meio ambiente. O cultivo dos geneticamente modificados para fins de consumo humano e animal, plantio comercial ou geração de sementes é aprovado por 67 países, e isso causa um impacto positivo para a segurança alimentar, sustentabilidade e para o embate contra as mudanças climáticas (FERRO; PAIXÃO; SILVA, 2021).

Segundo dados do Serviço Nacional para Aquisição de Aplicações em Agrobiotecnologia (ISAAA), referente ao total de áreas plantadas com sementes transgênicas no mundo o Brasil é detentor de 26% dessa área global de biotecnologia

agrícola, com destaque para as culturas da soja, milho e algodão, sendo que em 2017 houve um crescimento no número de áreas plantadas de soja e algodão ocorrido pelos preços favoráveis que proporcionavam maior rentabilidade, além da alta demanda do mercado interno e externo. O uso dos transgênicos vem se destacando e ganhando cada vez mais espaço na agricultura, sendo que em 2017 foram cultivados cerca de 189,8 milhões de hectares com transgênicos (ISAAA, 2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para o ser humano, conviver com tecnologia em seu dia a dia se tornou algo comum e até indispensável para determinadas atividades. Não é diferente para a agricultura, esta que desde seu surgimento vem sofrendo uma série de mudanças na sua forma de ser feita, e que agora vem se tornando cada vez mais conectada e inteligente. A agricultura de precisão surgiu para causar grandes impactos no sistema de produção agrícola sendo presente em praticamente todas as atividades no campo desde o preparo do solo até a colheita, possibilitando um maior aproveitamento da área agricultável e dos recursos essenciais, causando ainda uma redução nos riscos de contaminação ambiental.

Com o intuito de complementar a AP, novas tecnologias foram sendo inseridas no campo integradas com a conectividade pela internet, e assim surgiu a agricultura 4.0 ou como também é chamada agricultura digital. Estando presente desde a pré-produção até a pós-produção, existindo monitoramento por meio de sensores espalhados por toda a lavoura, os quais geram uma grande quantidade de dados que podem ser acessados por meio de dispositivos móveis. Esse conjunto de tecnologias somado ao uso de sementes melhoradas são capazes de elevar tanto a qualidade quanto a quantidade de produtos agrícolas, garantindo uma maior lucratividade ao produtor.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. **Inteligência artificial na agricultura**. Rehagro, 2020. Disponível em: <https://rehagro.com.br/blog/inteligencia-artificial-na-agricultura/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

AMORIM, G. S.; WEBER, C.; COSTA, N. L.; CORONEL, D. A. **Cadeias globais e valor: a inserção do agronegócio brasileiro**. Anais do \seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Santa Cruz do Sul: UNISC, 2019.

ARAUJO, W. A.; SANTOS, C. E. M. **Melhoramento genético de plantas no século XXI**. In: Agronomia: colhendo as safras do conhecimento. Alegre-ES: CCAE-UFES, 2017. cap. 4, p. 93 - 115.

BOSCH. **O que é agricultura de precisão e como ela funciona na prática?**. Bosch no Brasil, 2020. Disponível em: <https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/agronegocio/agricultura-de-precisao/>. Acesso em: 3 jun. 2021.

CARNEIRO, V. Q. **Aplicativos computacionais para o melhoramento genético fundamentados em análise de imagens e inteligência computacional**. 2018. 127 p. Tese (Pós-Graduação em Genética e Melhoramento,) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

CASTANHO, R. B.; TEIXEIRA, M. E. S. **A evolução da agricultura no mundo: da gênese até os dias atuais**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, v. 8, n. 1, p. 136-146, 2017.

COELHO, J. P. C.; SILVA, J. R. M. **Agricultura de Precisão: Inovação e Tecnologia na Formação Agrícola**. 1. ed. Lisboa: AJAP, 2009. 125 p. ISBN 978-989-8319-04-3. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10961/3909>. Acesso em: 6 jul. 2021.

DERANI, C.; SCHOLZ, M. C. **A injustiça ambiental das externalidades negativas das monoculturas para commodities agrícolas de exportação no Brasil**. Revista de Direito Agrário e Agroambiental, v. 3, n. 2, p. 1-25, 2017.

ESPERIDIÃO, T.L.; DOS SANTOS, T.C.; AMARANTE, M. S. **AGRICULTURA 4.0**. Revista Pesquisa E Ação, v. 5, n. 4, p. 122-131, 2019.

FERRO, A. C.; PAIXÃO, A. K. L.; SILVA, J. A. **Agricultura Transgênica como Ferramenta para o Desenvolvimento Sustentável e Econômico**. Diversitas Journal, v. 6, n. 2, p. 2827-2838, 2021.

FONSECA, A. **Como a inteligência artificial vem transformando a agricultura**. Whow! Inovações para negócios, 3 abr. 2020. Disponível em: <https://www.whow.com.br/tecnologia/inteligencia-artificial-vem-transformando-agricultura/>. Acesso em: 22 jun. 2021.

GIRALDELI, A. L. **Drones na agricultura: Como eles te ajudam a lucrar mais**. Lavoura10, 5 abr. 2019. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/drones-na-agricultura/>. Acesso em: 28 abr. 2021.

IIZUMI, T.; RAMANKUTTY, N. **Changes in yield variability of major crops for 1981–2010 explained by climate change**. Environmental Research Letters, v. 11, n. 3, article 034003, 2016. DOI: 10.1088/1748-9326/11/3/034003.

ISAAA. Situação Global dos Cultivos de Transgênicos em 2017. Disponível em: <https://d335luupugsy2.cloudfront.net/cms/files/50569/15306214042018-07-03-ISAAA-Resumo-Executivo.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2021.

JUNGES, R. **Uma Breve História da Mecanização Agrícola**. Auster tecnologia, 8 ago. 2019. Disponível em: <https://www.austertecnologia.com/single-post/mecanizacao-agricola-historia>. Acesso em: 1 abr. 2021.

LOBO, Luiz Carlos. **Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica**. Revista Brasileira de Educação Médica, v. 42, n. 3, p. 3-8, 2018.

MARR, B. **O Que É IA?**. Bernard Marr & Co. Intelligent Business Performance, 2019. Disponível em: <https://www.bernardmarr.com/default.asp?contentID=963>. Acesso em: 23 jun. 2021.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. **Tecnologias da informação e da comunicação: o papel na agricultura**. AgroANALYSIS, v. 35, n. 9, p. 29-31, 2015.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A.; JUNIOR, A. L.; EVANGELISTA, S. R. M. **A transformação digital no campo rumo à agricultura sustentável e inteligente**. Embrapa Informática Agropecuária, 2020.

MAZOYER, M.; ROUDART, L. **História das agriculturas no mundo: do neolítico à crise contemporânea**. [Tradução de Cláudia F. Falluh Balduino Ferreira]. São Paulo: UNESP, 2010.

MBOW, C. C.; ROSENZWEIG, L. G.; BARIONI, T. G.; BENTON, M.; HERRERO, M.; KRISHNAPILLAI, E.; LIWENGA, P.; PRADHAN, M. G.; RIVERA-FERRE, T.; SAPKOTA, F. N.; TUBIELLO, Y. XU. Food security. In: SHUKLA, P. R.; SKEA, J.; BUENDIA, E. C.; MASSON-DELMOTTE, V.; PÖRTNER, H. O.; ROBERTS, D. C.; ZHAI, P.; SLADE, R.; CONNORS, S.; VAN DIEMEN, R.; FERRAT, M.; HAUGHEY, E.; LUZ, S.; NEOGI, S.; PATHAK, M.; PETZOLD, J.; PEREIRA, J. P.; VYAS, P.; HUNTLEY, E.; KISSICK, K.; BELKACEMI, M.; MALLEY, J. **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2019. p. 437-550.

MENDES, L. G. **Guia para iniciantes sobre Agricultura de Precisão (AP)**. Lavoura10, 16 maio 2018. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/agricultura-de-precisao/>. Acesso em: 3 jun. 2021.

OLIVEIRA, A. J.; SILVA, G. F.; SILVA, G. R.; SANTOS, A. A.; CALDEIRA, D. S. A.; VILARINHO, M. K.; BARELLI, M. A. A. **Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão**. Brazilian Journal of Development, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, 2020.

Pib do agronegócio alcança participação de 26,6% no pib brasileiro em 2020. Superintendência técnica da CNA e Cepea, 10 mar. 2021. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/boletins/pib-do-agronegocio-alcanca-participacao-de-26-6-no-pib-brasileiro-em-2020>. Acesso em: 2 abr. 2021.

PIVOTO, D.; WAQUIL, P. D.; TALAMINI, E.; FINOCCHIO, C. P. S.; CORTE, V. F. D.; MORES, G. V. **Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil**. Information processing in agriculture, v. 5, n. 1, p. 21-32, 2018.

RESENDE, A. V.; SHIRATSUCHI, L. S.; VILELA, M. F.; COELHO, A. M.; CORAZZA, E. J.; INAMASU, R. Y.; BERNARDI, A. C. C.; BASSOI, L. H.; NAIME, J. M. **Agricultura de precisão no Brasil: avanços, dificuldades e impactos no manejo e conservação do solo, segurança alimentar e sustentabilidade**. In: reunião brasileira de manejo e conservação do solo e da água, Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte: Universidade Federal do Piauí, 2010.

SAIZ-RUBIO, V.; ROVIRA-MÁS, F. **Da agricultura inteligente à agricultura 5.0: Uma revisão sobre a gestão de dados de culturas**. Agronomia, v. 10, n. 2, pág. 207, 2020.

SANTOS, C. G. **Monitoramento aéreo e diagnóstico de plantas daninhas de difícil controle no sudoeste goiano**. 2019. 65 p. Dissertação (Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde - GO, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/610>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SANTOS, F. A. **A Internet das Coisas aplicada à agricultura**, 2019. Disponível em: https://fsantos.utad.pt/pub-fas/20IoT_FAS_Agricultura.pdf. Acesso em: 12 jun. 2021.

SOUZA, M. R. Q. **Estimativa de biomassa de trigo usando imagens de alta resolução espacial a partir de veículo aéreo não tripulado**. 2018. 108 p. Dissertação (Mestre em Engenharia Elétrica) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/189943>. Acesso em: 24 jun. 2021.

SOUZA, W. R. **Utilização do conceito de internet das coisas associada a tecnologia de identificação por radiofrequência (rfid) na gestão de estoque de facas de corte de uma indústria gráfica.** 110 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel no curso de Ciência da Computação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, CRICIÚMA, 2019. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/8192>. Acesso em: 10 jun. 2021.

TATEISI, N. Y.; MORAES, G. C.; AGUIAR, L. S.; MENDONÇA, M.; PALÁCIOS, R. H. C.; GODOY, W. F.; MARTINS, L. F. B.; BREGANON, R. **Inteligência artificial aplicada na robótica.** Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 26730-26741, 2021.

VIAN, C. E. F.; JÚNIOR, A. M. A.; BARICELO, L. G.; SILVA, R. P. **Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas.** Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 51, n. 4, p. 719-744, 2013.

VILLAFUERTE, A. M.; VALADARES, F. G.; CAMPOLINA, G. F.; SILVA, M. G. P. **Agricultura 4.0 - estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro.** In: 9th International Symposium on Technological Innovation. 2018, Aracaju/SE. v. 9, n. 1, p. 150-162.

YASSITEPE, J. E. C. T.; DANTE, R. A.; GERHARDT, I. R.; FERNANDES, F. R.; SOUZA, R. S. C.; ARMANHI, J. S. L.; SILVA, V. C. H.; RIBEIRO, A. P.; SILVA, M. J.; ARRUDA, P. **Genômica aplicada às mudanças climáticas: biotecnologia para a agricultura digital.** Embrapa Informática Agropecuária, 2020.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Agricultura 9, 11, 14, 17, 24, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 49, 68, 79, 89, 96, 118, 119, 120, 128

Agricultura de precisão 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 38

Alelopatia 1, 2, 9

Amazônia 61, 69, 70, 71, 72, 82

Armazenamento 30, 31, 32, 40, 48, 106, 107, 115

Ar seco 106, 107, 108, 110, 111

Ar úmido 106, 107, 108, 109, 111

B

Babaçu 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49

Beneficiamento 106, 107, 115

Big data 28, 31, 32

Biotecnologia 28, 34, 35, 39, 71, 100, 129

C

Caixa Tetra Pak 40

Caramboleiras 40, 45, 46, 47, 50

Celastraceae 1, 3

Citotóxica 1

Climatología 11

Common reed 51, 52, 59

Conservação 38, 40, 48, 49, 115

D

Déficit hídrico 47, 71, 72, 73, 77, 78

Degradação 71, 73, 95, 96, 119

Degradação ambiental 71, 73

Divisão celular 1, 2, 6

E

Elementos de construção 51

Equilíbrio higroscópico 106, 110, 112, 113, 115

Estresse abiótico 118, 127

Estresse salino 117, 119, 120, 121, 124, 126, 127, 129

Eventos extremos 11, 12, 16, 18, 20, 22, 34, 120

F

Fitotoxicidade 1

Fruticultura 40, 49, 50, 131

G

Genotoxicidade 1, 2, 9

Grãos 38, 91, 102, 106, 107, 108, 109, 110, 113, 115, 116

I

Inovação 29, 37, 39, 40

M

Meio ambiente 35, 48, 71, 81, 89, 128

Mudas 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 82, 84, 102, 119

N

Nordeste 41, 72, 89, 90, 91, 118, 122, 129

P

Peixes 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68, 69, 70

Pequenos produtores 60, 62, 63, 69

Piscicultura 60, 61, 62, 65, 69, 70

Plaster 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59

Produção 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 60, 61, 62, 63, 68, 69, 70, 73, 77, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 117, 118, 119, 120, 125, 127, 131

Produção agrícola 29, 30, 31, 34, 36, 117, 118, 119, 120

Projeto de extensão 60, 62

Psicometria 106, 108, 115

R

Regiões semiáridas 117, 118, 119

S

Salinização 78, 79, 118, 119, 120, 122

Sementes 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 29, 35, 36, 41, 77, 78, 89, 90, 92, 93, 94, 98, 101, 102,

103, 106, 108, 109, 113, 115, 116, 127, 128

Sistema agrícola 27, 28

Slab 51, 52, 55, 58

Solanaceae 71, 72, 73, 74, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87

Solanum crinitum 71, 72, 73, 74, 82, 83

Stakeholders 11, 12

Sustainable construction 51, 52

Sustentabilidade 33, 35, 38, 40, 102, 128, 129

T

Tecnologias 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 36, 37, 40, 62, 91, 115, 117, 118, 119, 123, 128

Tecnológicos na agricultura 27, 30

V

Vapor d'água 106, 107, 108, 109, 110, 111, 113, 115

Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Agricultural Sciences: Knowledge and Diffusion of Technology

www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

