

INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL NA AGROPECUÁRIA

Bruno César Góes | Fernando Ferrari Putti
Adriano Bortolotti da Silva
organizadores



Bruno César Góes
Fernando Ferrari Putti
Adriano Bortolotti da Silva
Organizadores

Inovação sustentável na agropecuária



Pantanal Editora

2021

Copyright© Pantanal Editora

Editor Chefe: Prof. Dr. Alan Mario Zuffo

Editores Executivos: Prof. Dr. Jorge González Aguilera e Prof. Dr. Bruno Rodrigues de Oliveira

Diagramação: A editora. **Diagramação e Arte:** A editora. **Imagens de capa e contracapa:** Canva.com. **Revisão:** O(s) autor(es), organizador(es) e a editora.

Conselho Editorial

Grau acadêmico e Nome	Instituição
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos	OAB/PB
Profa. Msc. Adriana Flávia Neu	Mun. Faxinal Soturno e Tupanciretã
Profa. Dra. Albys Ferrer Dubois	UO (Cuba)
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior	IF SUDESTE MG
Profa. Msc. Aris Verdecia Peña	Facultad de Medicina (Cuba)
Profa. Arisleidis Chapman Verdecia	ISCM (Cuba)
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva	UFESSPA
Prof. Dr. Bruno Gomes de Araújo	UEA
Prof. Dr. Caio Cesar Enside de Abreu	UNEMAT
Prof. Dr. Carlos Nick	UFV
Prof. Dr. Claudio Silveira Maia	AJES
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos	UFGD
Prof. Dr. Cristiano Pereira da Silva	UEMS
Profa. Ma. Dayse Rodrigues dos Santos	IFPA
Prof. Msc. David Chacon Alvarez	UNICENTRO
Prof. Dr. Denis Silva Nogueira	IFMT
Profa. Dra. Denise Silva Nogueira	UFMG
Profa. Dra. Dennyura Oliveira Galvão	URCA
Prof. Dr. Elias Rocha Gonçalves	ISEPAM-FAETEC
Prof. Me. Ernane Rosa Martins	IFG
Prof. Dr. Fábio Steiner	UEMS
Prof. Dr. Fabiano dos Santos Souza	UFF
Prof. Dr. Gabriel Andres Tafur Gomez	(Colômbia)
Prof. Dr. Hebert Hernán Soto Gonzáles	UNAM (Peru)
Prof. Dr. Hudson do Vale de Oliveira	IFRR
Prof. Msc. Javier Revilla Armesto	UCG (México)
Prof. Msc. João Camilo Sevilla	Mun. Rio de Janeiro
Prof. Dr. José Luis Soto Gonzales	UNMSM (Peru)
Prof. Dr. Julio Cezar Uzinski	UFMT
Prof. Msc. Lucas R. Oliveira	Mun. de Chap. do Sul
Profa. Dra. Keyla Christina Almeida Portela	IFPR
Prof. Dr. Leandris ArgenteL-Martínez	Tec-NM (México)
Profa. Msc. Lidiene Jaqueline de Souza Costa Marchesan	Consultório em Santa Maria
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann	UFJF
Prof. Msc. Marcos Pisarski Júnior	UEG
Prof. Dr. Marcos Pereira dos Santos	FAQ
Prof. Dr. Mario Rodrigo Esparza Mantilla	UNAM (Peru)
Profa. Msc. Mary Jose Almeida Pereira	SEDUC/PA
Profa. Msc. Núbia Flávia Oliveira Mendes	IFB
Profa. Msc. Nila Luciana Vilhena Madureira	IFPA
Profa. Dra. Patrícia Maurer	UNIPAMPA
Profa. Msc. Queila Pahim da Silva	IFB
Prof. Dr. Rafael Chapman Auty	UO (Cuba)
Prof. Dr. Rafael Felipe Ratke	UFMS
Prof. Dr. Raphael Reis da Silva	UFPI
Prof. Dr. Ricardo Alves de Araújo	UEMA
Profa. Dra. Sylvana Karla da Silva de Lemos Santos	IFB
Prof. Dr. Wéverson Lima Fonseca	UFPI
Prof. Msc. Wesclen Vilar Nogueira	FURG
Profa. Dra. Yilan Fung Boix	UO (Cuba)
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme	UFT

Conselho Técnico Científico

- Esp. Joacir Mário Zuffo Júnior
- Esp. Maurício Amormino Júnior
- Esp. Tayronne de Almeida Rodrigues
- Lda. Rosalina Eufrausino Lustosa Zuffo

Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

I58 Inovação sustentável na agropecuária [livro eletrônico] / Organizadores Bruno César Góes, Fernando Ferrari Putti, Adriano Bortolotti da Silva. – Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2021. 101p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88319-98-7

DOI <https://doi.org/10.46420/9786588319987>

1. Agricultura. 2. Agronegócio. 3. Inovações tecnológicas. I. Góes, Bruno César. II. Putti, Fernando Ferrari. III. Silva, Adriano Bortolotti da.

CDD 630

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422



Nossos e-books são de acesso público e gratuito e seu download e compartilhamento são permitidos, mas solicitamos que sejam dados os devidos créditos à Pantanal Editora e também aos organizadores e autores. Entretanto, não é permitida a utilização dos e-books para fins comerciais, exceto com autorização expressa dos autores com a concordância da Pantanal Editora.

Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000.
Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil.
Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp).
<https://www.editorapantanal.com.br>
contato@editorapantanal.com.br

APRESENTAÇÃO

Sabemos que a atividade agropecuária deve ser renovada constantemente em todos os seus processos de produção. Inovar, além de necessário, faz parte do DNA dos produtores rurais e de todos os agentes envolvidos na criação de animais e produção de fibras e alimentos.

Atualmente, as inovações percebidas no campo buscam alinhar-se às exigências globais por modelos produtivos menos agressivos e mais sustentáveis ao ambiente. Nesse cenário, os impactos econômicos proporcionado pelas inserções de inovação e de novas tecnologias no agronegócio brasileiro promovem, entre outros, o aumento e a eficiência na utilização dos recursos naturais disponíveis. Consequentemente, o desenvolvimento econômico e sustentável de uma região.

A inovação ocorre em produtos, processos, modelo de negócio e marketing. Entretanto, em relação à legislação brasileira no aspecto da inovação, há um gargalo quanto a implementação eficaz de políticas públicas e legislação adequada e este tema. Mesmo assim, novas tecnologias somam-se ao agronegócio e as propriedades rurais estão se tornando cada vez mais conectadas ao digital, acompanhando os avanços da atualidade e absorvendo os conceitos de internet das coisas (IoT) e gerenciamento de grande quantidade de informação (Big Data), por exemplo.

A agricultura 4.0 é uma realidade e se consolidou no campo, informação em tempo real que auxilia na tomada de decisão com reflexo na melhoria da qualidade e produtividade de forma mais eficiente e sustentável. Ressalte-se que a inovação não se resume a utilização de novos softwares e equipamentos, novos métodos produtivos também o são. Práticas de integração lavoura-pecuária-floresta, incorporação de práticas conservacionistas e utilização de biodigestores, por exemplo, trazem soluções sustentáveis à atividade agropecuária e soluções adequadas ao tratamento de resíduo e ao uso e conservação de recursos naturais.


Todos estes assuntos e as nuances das diversas inovações sustentáveis na agricultura estão cuidadosamente detalhados e distribuídos em oito capítulos deste livro.


Prof. Dr. Josué Ferreira Silva Júnior
Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

SUMÁRIO

Apresentação	4
Capítulo I.....	6
Impactos econômicos das inovações tecnológicas no agronegócio brasileiro	6
Capítulo II	15
Aspectos jurídicos da inovação	15
Capítulo III.....	30
Tecnologia digital na agricultura	30
Capítulo IV	41
Principais conceitos da agricultura 4.0	41
Capítulo V.....	52
Sistema de integração lavoura-pecuária-floresta	52
Capítulo VI	66
Agricultura conservacionista: conceitos e principais desafios	66
Capítulo VII.....	75
Utilização de biodigestores no tratamento de dejetos e efluentes da suinocultura	75
Capítulo VIII	89
Irrigação de precisão 4.0	89
Índice Remissivo	99
Sobre os organizadores.....	101

Tecnologia digital na agricultura

 10.46420/9786588319987cap3

Gisele de Fátima Esteves¹ 

Sandra de Souza Alves^{1*} 

José Ricardo Mantovani¹ 

Ligiane Aparecida Florentino¹ 

INTRODUÇÃO

A expectativa do aumento da população mundial é de aproximadamente 80 milhões de pessoas a cada ano que passa com uma previsão de que em 2050 a população chegará a 9,3 bilhões de pessoas, com perspectiva de mais de 10 bilhões em 2100 (ONU, 2019). Diante deste cenário emergente, há uma preocupação eminente, que é de como alimentar toda essa população numa mesma área a ser plantada e ainda preservar e como conservar os recursos naturais, assim tornando um desafio para a agricultura (Coble et al., 2018; Aulbur et al., 2019).

Há dessa forma, uma necessidade de aumentar a produtividade e também reduzir custos em todo este processo sem esquecer dos desafios climáticos, das exigências de consumidores cada vez mais bem informados (Germanova, 2019). O mundo vivencia um cenário de grandes incertezas, em 2020 e 2021, em como lidar com o surgimento do coronavírus com toda sua ameaça e transtorno para a economia, educação, saúde, agronegócio e outros diversos segmentos. Muitos estudos e ações estão sendo desenvolvidos neste sentido, criatividade e inovação apoiados pelas tecnologias digitais são caminhos vislumbrados para que se enfrente este cenário e a agricultura vem ganhando força junto a agricultura digital para superar esse desafio de fortalecer toda essa cadeia produtiva (EMBRAPA, 2019).

Dessa forma, uma boa gestão das propriedades rurais, por meio do uso das tecnologias digitais será fundamental para colaborar com este aumento da produção de alimentos, posto que o Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo, no terceiro lugar, depois da China e dos Estados Unidos (Bojanic, 2020).

Diante desse cenário, este capítulo buscou contextualizar em sua primeira etapa, a agricultura digital e as tecnologias digitais com ênfase na inteligência artificial, demonstrando benefícios e a influência na tomada de decisão na produção agrícola. Na sequência, descrevemos como os modelos matemáticos

¹ Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Departamento de Agronomia, Alfenas-MG.

*Autor(a) Correspondente: sandra.alves@unifenas.br

e os sensores auxiliam na agricultura de precisão e diante de toda essa transformação digital e em seu fechamento, discorrer sobre as principais tendências e desafios para o futuro.

AGRICULTURA E AS TECNOLOGIAS DIGITAIS

A globalização se tornou no cenário contemporâneo, diante de tantas incertezas que o mundo vem passando, ela toma proporções exponenciais graças as tecnologias da informação e comunicação que estão evoluindo significativamente e cada vez mais presente em todos segmentos e na agricultura, não poderia ser diferente (Massruhá et al., 2016).

Nesta lógica, emerge a agricultura digital, que veio para colaborar e tornar o meio rural mais conectado e seus processos e manejos cada vez mais eficientes. Num cenário tão tecnológico, o agronegócio acompanhar a passos largos essa evolução, até porque, dados “valem ouro” se forem bem levantados, coletados e analisados de forma estratégica (Barbedo et al., 2014).

Portanto, a agricultura digital, envolvendo os diversos tipos de tecnologias digitais auxiliam no levantamento e no processamento de dados coletados em todos os elos das cadeias produtivas (Souza et al. 2020).

De acordo com Souza (2020), elas estão divididas em cinco grupos. As tecnologias vinculadas à organização e à representação da informação (Tesouros, Ontologia, *Big Data e API - Application Programming Interface*) estão contidas no primeiro grupo. As técnicas de modelagem matemática e estatística, focadas em fenômenos biológicos, sociais e ambientais, correspondem ao segundo grupo. No terceiro grupo a inteligência artificial e sua aplicação na agricultura. As tecnologias de sensores e robótica, fazem parte do quarto grupo e no quinto grupo, estão as tecnologias como computação em nuvem e *blockchain*, onde há uma interação com a agricultura.

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA AGRICULTURA

Muitas são as definições e apontamentos do surgimento da Inteligência Artificial (IA), Bona et al., (2015), discorre que o cientista da computação McCarthy, utilizou pela primeira vez o termo na conferência que aconteceu no Dartmouth College, em New Hampshire, EUA. Algo novo se iniciava no campo do conhecimento onde, desde a década de 1940, já se procurava produzir modelos matemáticos que pudessem replicar a função dos neurônios cerebrais (Bona et al., 2015).

Já os autores Pozzebon et al. (2004), apontam que aproximadamente por volta da metade do século XX, o desenvolver da Inteligência Artificial esteve intensamente conectado ao avanço dos computadores. Neste sentido, foi possível figurar diversos aspectos da inteligência humana, o que possibilitou ao ser humano indagar se as máquinas poderiam ser inteligentes e serem hábeis a aprender como as pessoas. Conforme aponta Gomes (2010), a Inteligência Artificial (IA), pode então ser compreendida como sistemas que raciocinam e agem como os seres humanos. Dessa forma, quando se

fala em IA, a que se pensa que ela engloba diversos segmentos como: as linguagens de programação, os sistemas visuais e especialistas, a robótica e bases de dados dentre outros (Luger, 2014).

A agricultura evolui rapidamente a partir do século XXI, com a presença de sensores, microprocessadores, recursos avançados de automação, armazenamento de dados em nuvem. Tudo isso ocorreu paralelamente a industrialização (Indústria 4.0), assim, logo a agricultura passou a utilizar o termo agricultura 4.0, a qual também é conhecida como Agricultura inteligente ou *Smart Farming* (Andritoiu et al., 2018; Bronson et al., 2016).

É notável as contribuições que a IA trouxesse para a agricultura, enquanto a Agricultura de precisão leva em consideração o campo(local), ela vai além, abrangendo o local, dados, aprimorados pelo conhecimento do contexto e da situação, desencadeados por eventos em tempo real, auxilia na tomada de decisão em toda a cadeia produtiva (Wolfert et al., 2017). Assim, os processos de transformação digital passam a ser indispensável para tornar a agricultura mais produtiva e sustentável (Bolfe et al., 2020).

O grau de automação da IA está aumentando ao longo dos últimos anos, um grande número de modelos matemáticos está sendo desenvolvidos para testar diferentes variáveis e fornecer um indicativo para o setor agrícola em todas as áreas de produção (Wolfert et al., 2017). Por exemplo Salcides et al. (2018) desenvolveram um modelo utilizando a modelagem fuzzy para classificação de amostras de café, Góes et al. (2020) também utilizando a modelagem fuzzy, desenvolveu um modelo matemática de variáveis biométricas e nutricionais da cultura da soja e Constantinescu (2017) desenvolveu um modelo utilizando a modelagem neuro-fuzzy para auxilia na safra de milho da região da Romênia.

Numa contextualização mais recente, Lavagnoli (2019), aponta que a IA na configuração máquinas, elas são atualizadas para realizar tarefas básicas e proporcionar mais conforto aos usuários e cita como exemplo, utilizar um celular e por meio de um comando de voz, fazer a solicitação de um endereço. Portanto, a inteligência artificial é muito mais sobre ter as máquinas ao nosso lado e ao nosso serviço do que tê-las tomando nosso lugar e espaço (Lavagnoli, 2019).

MODELOS MATEMÁTICOS NO AGRONEGÓCIO

As propriedades agrícolas estão se tornando cada vez mais tecnológica, diversos sensores interligados a internet (IoT), gerando dados em grande quantidade (*Big Data Analytics-BDA*), necessitando de filtragem, armazenamento e análise, onde os algoritmos cada vez mais aprimorados fecha o ciclo mandando informações aos GPS instalados nas máquinas que respondem realizando intervenções pontuais (Massruhá et al., 2015).

O aprendizado de máquinas é feito por meio de observação de uma base de dados que buscam descrever cada observação (local, data, posição geográfica, etc.) no caso dos textos vocábulos, imagens os pixels (pedaços pequenos da imagem), os algoritmos operam construindo um modelo de classificação (Ternes et al., 2020). Existem várias classes de algoritmos que auxiliam nesse processo como: simbólica:

árvores de decisão; baseada em instâncias: k-NN ou k vizinhos mais próximos; aprendizado estatístico: SVM - *Support Vector Machines*; *bootstrap aggregating*: *Random Forest*; conexão: Redes Neurais Profundas; princípio da incerteza não probabilística: lógica *fuzzy* entre outros (Souza et al., 2020). Esses algoritmos são utilizados em várias aplicações na agricultura como na aplicação localizada de defensivos, previsão de safra, determinação do grau de maturidade de frutos/grãos, falhas de plantio, irrigação, previsões meteorológicas, entre outras, a tendência é que cada vez mais ganhem espaços e façam parte da rotina das propriedades agrícolas (Bolfe et al., 2020).

Os modelos matemáticos buscam entender o mundo físico e prever o seu comportamento diante uma situação, sua elaboração demanda a conceituação do problema formulando hipótese para o seu funcionamento e simplificação das variáveis; tradução do problema em linguagem matemática; estimativa de parâmetros; simulação e previsão; validação e refinamento do modelo (Souza et al., 2020).

O setor do agronegócio está se tornando cada vez mais adepto as novas tecnologias, das *startups* às grandes empresas, são possíveis identificar altos investimentos em automatização de processos e tomada de decisões com a finalidade de otimizar o tempo, facilitar os procedimentos e aumentar os lucros (Moreti et al., 2020).

Um bom exemplo é o robô Gbot, desenvolvido por uma empresa Argentina, com a finalidade de substituir o uso do defensivo glifosato. O robô é equipado com sensores que identificam o solo e as culturas, coletando dados como: temperatura, umidade, saturação do solo, pH e salinidade. Com esses dados gera mapas e faz uso de raio laser e vapor de água para eliminar as plantas daninhas, outro ponto positivo é que o Gbot é movido por energia solar (Becker et al., 2021).

ARMAZENAMENTO DE DADOS

O mundo está repleto de sensores e sistemas inteligentes que se interconectam por meio das plataformas de Internet e nuvem, essa tecnologia é denominada Internet das coisas (IoT), ela apresenta inovação em todos os setores, com a ideia de conectar e interagir diversos objetos em busca de um objetivo comum (Kaufman et al., 2020). É requisito para IoT, que todas as coisas possuam um endereço na internet, para que qualquer máquina possa acessar e também possuir proteção à privacidade desses dados desde a transmissão, agregação, armazenamento, processamento e mineração dos dados (Souza et al., 2020).

Os dados coletados são enviados para a nuvem, essa tecnologia permite o acesso a programas, arquivos e serviços por meio da internet, sem a necessidade da instalação de programas (Souza et al., 2020). As informações são armazenadas no banco de dados, denominado Big Data Analytics, onde possuem alta velocidade e vários métodos analíticos para transformar essas informações em conhecimento, identificando padrões ocultos, aqueles não percebidos aos olhos humanos (Alreshidi, 2019).

Segundo Moreti et al. (2020) mesmo se o ser humano fosse capaz de utilizar todos os neurônios simultaneamente ele não conseguiria processar armazenar e realizar conexões como os computadores, assim o uso da inteligência artificial no agronegócio é tão vantajoso. Como o auxílio das tecnologias o setor agrário tem investido em pesquisas, buscando solucionar o desafio para aumentar a produtividade, visto que vários fatores como: heterogeneidade do ecossistema, sistemas físicos, químicos e biológicos, fatores climáticos entre outros interferem nas etapas de pré-produção, produção e pós produção (Moreti et al., 2020)

Massruhá et al. (2017) ressaltam que na pré-produção tem-se a oportunidade de utilizar técnicas de modelagem, mineração de dados utilizando o alto desempenho dos computadores devido ao grande volume de dados, já na produção utiliza-se técnicas de sensoriamento remoto, SIG para automação das plantações e colheitas refletindo em uma agricultura de precisão e na robótica e pôr fim a pós-produção que faz uso do grande volume de dado armazenado para se orientar quanto ao mercado e a logística.

USABILIDADE DOS SENSORES NA AGRICULTURA

A inteligência artificial está revolucionando a agricultura, devido a busca incansável pela inovação, assim, os sensores estão sendo cada vez mais empregados nos satélites (orbitais), drones, robôs, máquinas agrícolas (autônomo), direto no campo interligados aos dispositivos da IoT e software de controle, gestão e análise (*data analytics*) (Souza et al., 2020). Sem falar do seu destaque na agricultura de precisão, onde auxiliam na coleta de dados, gerenciamento de informações e resultando nas aplicações localizadas por veículos autônomos, visando maximizar a produtividade, minimizar custos e impactos ambientais (Martha Júnior, 2020).

MONITORAMENTO DA LAVOURA

Os sensores espectrais remotos podem ajudar no monitoramento e detecção de doenças de plantas de grandes áreas, usando o grande banco de dados dos satélites, apesar do elevado número de informações as imagens apresentam baixa resolução espectral, pois as câmeras de RGB (red, green, blue) possuem capacidade limitada na detecção precoce de estresses, uma vez que suas imagens estão o espectro visível (Cubero et al., 2020). No entanto sensores capazes de capturar outras bandas do espectro além da visível, como câmeras multiespectrais, que captam de 3 a 5 bandas de espectro e hiperespectrais, as quais capturam separadamente centenas de bandas do espectro, tornam-se uma alternativa eficiente (Bolfe et al., 2020).

A extração de informações a partir de imagens digitais é definida como visão computacional no campo da inteligência artificial, ela pode ser empregada para resolver problemas perceptuais onde se detecta e classifica padrões em imagens associados a um objeto de interesse (frutos, animais, sintomas de pragas e doenças), por exemplo para detecção de cachos de uva em uma vinícola (Santos et al., 2020).

Ainda segundo Santos et al. (2020) outro problema que a visão computacional auxilia é o geométrico, ao tirar uma foto, a luz captada pelas lentes formam uma visão 2-D devido a perda da informação de profundidade, assim uma das maiores contribuições da visão computacional foi o desenvolvimento de algoritmos capazes de recuperar a informação tridimensional perdida, a partir de um conjunto de imagens da mesma cena, usualmente utilizada para estudos geológicos, avaliação de pastagens e no mapeamento de culturas.

A Redes de Sensores sem Fio (RSSF) podem monitorar grandezas (umidade, velocidade do vento, temperatura, intensidade luminosa, pressão, distância, direção, vazão dentre outras), são formados por nós de sensores, responsáveis por receber e processar os dados que estão interligados a uma conexão via rádio a um nó sorvedouro (*sink node*), responsável pela análise (Cavalcanti et al., 2020).

Segundo Cavalcanti et al. (2020), partindo do princípio da coleta de dados da umidade em tempo real, pode ser feito mapeamento da área e estabelecendo a necessidade de água de forma local, tem potencial para elevar a produtividade de frutíferas na região do São Francisco.

PREDIÇÕES METEOROLÓGICAS

As estações meteorológicas coletam dados de uma determinada região através de instrumentos e sensores, esses dados são enviados para computadores remotos, por meio de linhas telefônicas, rede GSM (*Global System for Mobile Communications*) ou outros meios de transmissão, onde são analisados e assim caracterizado o clima da região (Almeida Neto et al., 2018).

Cunha et al. (2019) ressaltam que como as previsões meteorológicas se baseiam em dados transmitidos por sensores é necessário manter os equipamentos calibrados, visando garantir a precisão dos dados assim como o alto grau de confiabilidade.

Existem dois tipos de estações meteorológicas manuais e automáticas, ambas fazem uso de diversos sensores para medir (temperatura do ar, umidade, pressão, precipitação, vento, radiação solar e terrestres) (Oliveira et al., 2019). As estações meteorológicas automáticas possuem vantagem em manter um contínuo registro de dados, pois utilizam sensores eletrônicos que alimentam o sistema de dados, denominado *datalogger*, e por serem dados informatizados, o produtor obtém informações em tempo real (Cunha et al., 2019).

Datalogger pode ser descrito como um equipamento auxiliar que coleta e armazena dados de outros instrumentos nele inseridos (Willrich, 2000). Assim, o agronegócio se beneficia desse equipamento em outras áreas, Souza et al. (2020) utilizou o equipamento para desenvolver um experimento avaliando a irrigação automática de substratos com diferentes características de retenção de água, onde obteve ótimos resultados. Lopes et al. (2020) realizou um experimento utilizando *Datalogger* para avaliar o desempenho operacional e o custo da subsolagem com e sem rodado duplo em trator agrícola, onde constatou que o custo/hora da subsolagem é menor com rodado duplo e com menor velocidade operacional.

VEÍCULOS AUTÔNOMOS

O uso de veículos autônomos na agricultura guiados pelos sistemas de posicionamento global (GPS), é feita a muitos anos, no entanto esse sistema não fornece informações sobre a dinâmica do ambiente como seres humanos, animais e veículos presentes na área o que causa um grande problema de segurança, assim diversos grupos de pesquisas vem desenvolvendo robôs guiados por sensores locais onde podem fornecer informações específicas de cor textura e estruturas (Reina et al., 2016). Essas informações podem ser utilizadas para aplicação de defensivos e nutrientes, no local e na quantidade certa sem a supervisão humana, buscando reduzir os custos (Bolfé et al., 2020).

No campo a implantação de sensores físicos individuais é cara e demorada, além de interferir nas operações de campo como: plantio, pulverização e colheita. Assim os veículos aéreos não tripulados (VANTs) estão cada vez ganhando mais espaço, pois oferecem análises avançada para a gestão de sistemas agrícolas (Jung et al., 2021). Nos últimos anos tornaram-se mais populares para o monitoramento de lavouras, visto que, o valor de aquisição diminui. Os equipamentos realizam coletas de imagens de alta qualidade, cobrem extensas áreas delimitadas, sendo considerados ótimas ferramentas de patrulha, o que torna possível detectar problemas antes que eles se espalhem (Barbedo, 2019).

Artuzo et al. (2017) relatam que os VANTs são fundamentais na agricultura de precisão, onde além de realizam o georreferenciamento possuem o intuito de aprimorar os processos de amostragem de solo o que é indispensável para a criação dos mapas de fertilidades. Além disso realizam análise precisa de toda a plantação, detectando falhas de plantios, pragas e doenças, problemas de irrigação (déficit ou excesso) falhas de pulverizações, o que pode ser corrido e tempo hábil (Chiarello, 2017).

O FUTURO DO AGRONEGÓCIO

As tecnologias digitais na agricultura, enfrentam um grande desafio, pois os dados provenientes dessas tecnologias passam a ser coletados não somente a partir de meios convencionais, mas também a partir de plataformas colaborativas ou mídias sociais (ciência do cidadão), dentre outros (Souza et al., 2020).

Toda essa concentração de dados, remete a um desafio para os sistemas de retenção, busca e recuperação, e isso tem impacto nos métodos de processamento e obtenção de informação. Segundo Souza et al. (2020), se por um lado existe uma quantidade fértil de dados, por outro há grande discrepância no que diz respeito à capacidade de gerência e análise desses mesmos dados e, conseqüentemente, da produção de conhecimento a partir deles.

O autor afirma que isso se caracteriza, um panorama complicado em que a transformação de dados em informações e conhecimento assume um papel estratégico em todos os setores da economia e na agropecuária, em particular, uma vez que esse setor é estratégico para o Brasil. Todos esses dados

necessitam ser integrados, pré-processados e analisados para que deles se extraia conhecimento necessário ao estabelecimento da agricultura digital.

Outra informação interessante está contida no relatório da pesquisa que foi realizada pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) demonstrando que 84% dos agricultores no Brasil fazem uso de pelo menos uma tecnologia digital como ferramenta de suporte na produção agrícola (Bolfe et al., 2020).

Bolfe et al. (2020) ressalta como a capacidade de comunicação e de acesso à informação que a internet tem propiciado para que os agricultores tenham acesso as tecnologias digitais, aplicativos de celular, drones, dentre outros. O que visa proporcionar como oportunidade, processos mais qualificados no que tange a maximizar o acesso a mercados, diminuição dos custos e tornar a produção com maior valor agregado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visto a magnitude das principais tecnologias digitais utilizadas na agricultura, enfatizando a inteligência artificial, demonstrado seus benefícios e sua influência na tomada de decisão, pode-se perceber, há um futuro de muitas incertezas, desafios, mas ao mesmo tempo de muitas oportunidades.

O agronegócio está acompanhando todo esse desenvolvimento tecnológico que é uma tendência e não há regressão, o setor agrícola está passando da era da coleta de informações para era do conhecimento colocando em pratica os aprendizados adquiridos até aqui. No entanto, há que se pensar que muitos desafios foram enfrentados e vários ainda surgirão.

Neste sentido, verificou-se que as tecnologias descritas neste capítulo, são excelentes ferramentas para a agricultura aumentar a produtividade das áreas plantadas de forma sustentável a fim de suprir a necessidade populacional de se alimentar, uma vez que os agricultores estão cada vez mais receptivos em utilizar as novas tecnologias e elas contribuirão para a boa gestão do agronegócio em todas as suas fases.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Neto EL et al. (2018). Estação meteorológica wifi de baixo custo baseado em thingspeak. In: VII Congresso Brasileiro de Energia solar e eólica. 1. ed: 1(1): 422-430.
- Alreshidi E (2019). Smart Sustainable Agriculture (SSA) Solution Underpinned by Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI). International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 10(5): 93-102.
- Andritoiu D et al. (2018). Agriculture autonomous monitoring and decisional mechatronic system. In: 2018 19th International Carpathian Control Conference (ICCC). IEEE. 241-246p.

- Artuzo FD et al. (2017). Inovação de processo: O impacto ambiental e económico da adoção da agricultura de precisão. *Espacios*, 38(2): 1-6.
- Aulbur W et al. (2019). *Farming 4.0: How precision agriculture might save the world*. Munich, Germany: Roland Berger GMBH, 32p.
- Barbedo JGA (2019). A Review on the Use of Unmanned Aerial Vehicles and Imaging Sensors for Monitoring and Assessing Plant Stresses. *Drones*, 3(2): 1-40.
- Barbedo JGA et al. (2014). TIC na segurança fitossanitária das cadeias produtivas. In: Massruhá SMFS et al. (ed). *Tecnologias da informação e comunicação e suas relações com a agricultura*. Brasília, DF: Embrapa, 189p.
- Becker RS et al. (2021). Inovações tecnológicas em máquinas agrícolas para controle de plantas daninhas. *Tecnológica*, 25(1): 98-108.
- Bojanic A (2020). O mundo vai precisar muito do Brasil. Disponível: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2020/08/03/o-mundo-vai-precisar-muito-do-brasil/>. Acesso: 03 de dezembro de 2020.
- Bolfe EL et al. (2020). Desafios, tendências e oportunidades em agricultura digital no Brasil. In: Massruhá SMFS et al., (Ed.). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília, DF: Embrapa, 380-406.
- Bona et al. (2015). Measuring inconsistency in probabilistic logic: rationality postulates and Dutch book interpretation. *Artificial Intelligence*, 1(227): 140-164.
- Bronson K et al. (2016). Big Data in food and agriculture. *Big Data & Society*, 3(1): 1-5.
- Cavalcanti AJFN et al., (2020). Validação de uma rede de sensores sem fio aplicada à fruticultura irrigada do vale do São Francisco. *Brazilian Applied Science Review*, 4(5): 2763-2780.
- Chiarello CGF (2017). Regulação dos veículos aéreos não tripulados para agricultura no Brasil: das competências normativas. Universidade de Passo Fundo (Dissertação), Passo Fundo. 159p.
- Coble KH et al. (2018). Big Data in Agriculture: A Challenge for the Future. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 40(1): 79- 96.
- Constantinescu A (2017). Neuro-fuzzy concepts applied for planning of the cereal crops: applications to the maize hybrids growing in a Romanian region. *Journal of biological dynamics*, 11(1): 1-7.
- Cubero S et al. (2020). RobHortic: A Field Robot to Detect Pests and Diseases in Horticultural Crops by Proximal Sensing. *Agriculture*, 10(7), 1-13.
- Cunha KCS et al. (2019). A logística para a calibração de uma estação meteorológica. *Metrologia Florianópolis SC*. 8p.
- Embrapa (2019). Embrapa, Agricultura e Inteligência Artificial serão inseparáveis. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/noticias/-agricultura-e-inteligencia-artificial-serao-inseparaveis-_415434.html. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

- Germanova AV (2019). O papel do consumidor e as tendências da alimentação: de que forma influenciam a segurança alimentar. Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa (Dissertação), Porto. 55p.
- Góes BC et al. (2020). Método de utilização do Fuzzy Logic Toolbox do software MATLAB para modelagem matemática de variáveis biométricas e nutricionais da cultura da soja. *Research, Society and Development*, 9(10): 1-17.
- Gomes SD (2010). Inteligência Artificial: Conceitos e Aplicações. *Revista Olhar Científico – Faculdades Associadas de Ariquemes*, 1(2): 1-13.
- Jung J et al. (2021). The potential of remote sensing and artificial intelligence as tools to improve the resilience of agriculture production systems. *Current Opinion in Biotechnology*, 70(1): 15-22.
- Kaufman D et al. (2020). Visão computacional na agricultura: APIs de detecção e reconhecimento de doenças das plantas. *TECCOGS: Revista Digital de Tecnologias Cognitivas*, 20.
- Lavagnoli S (2019). Como Surgiu a Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www.opencadd.com.br/como-surgiu-a-inteligencia-artificial/>. Acesso em: 20 de novembro de 2020.
- Lopes AGC et al. (2020). Desempenho operacional e custo da subsolagem com e sem rodado duplo no trator agrícola. *energia na agricultura*, 35(3): 317-329.
- Luger GF (2014). *Inteligência Artificial*. 6ª Ed., São Paulo: Pearson.
- Martha Júnior GB (2020). Forças motrizes para a agropecuária brasileira na próxima década: implicações para a agricultura digital. In: Massruhá SMFS et al. (2020) (Orgs.). *Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas*. Brasília, DF: Embrapa, 358-379p.
- Massruhá SMFS et al. (2015). Tecnologias da informação e da comunicação: o papel na agricultura. *AgroANALYSIS: A Revista do Agronegócio da FGV, São Paulo*, 35(9): 29-31.
- Massruhá SMFS et al. (2016). Agricultura Digital. *RECODAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã*, 2(1): 72-88.
- Massruhá SMFS et al. (2017). Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital. *JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil*, 28-35.
- Moreti MP et al. (2020). Inteligencia Artificial Intelligence in Agribusiness and the Challenges for Intellectual Property Protection. *Cadernos de Prospecção*, 14(1): 1-10.
- Oliveira SS et al. (2019). Estimativa da radiação solar global em função da temperatura do ar e isolinhas para o Estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, 6(12): 93-108.
- Organização das nações unidas (ONU). População mundial continua a aumentar, mas crescimento é desigual. Disponível: <https://news.un.org/pt/story/2019/07/1679631>. Acesso: 20 de novembro de 2020.

- Pozzebon E. et al. (2004). Inteligência artificial na educação universitária: quais as contribuições? Rev. CCEI (Editora UNICAMP), 8(13): 34-41.
- Reina G et al. (2016). Ambient awareness for agricultural robotic vehicles. Biosystems Engineering, 146(1): 114-132.
- Salcides IR et al. (2018). Classificação de amostras de café usando visão computacional. Fifth Brazilian Conference on Fuzzy Systems (V CBSF). Fortaleza ,117-125p.
- Santos TT et al. (2020). Visão computacional aplicada na agricultura. - Portal Embrapa. 6 cap. 19p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1126261/visao-computacional-aplicada-na-agricultura>>. Acesso em: 3 dezembro de 2020.
- Sousa WL et al. (2020). Avaliação de um acionador automático para irrigação em substratos agrícolas com diferentes características de retenção de água / Evaluation of an automatic control of irrigation in substrates with different characteristics of water retention. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, 3(4): 3944-3956.
- Souza KXS et al. (2020). Agricultura digital: definições e tecnologias. Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. (ALICE). Brasília, DF: Embrapa, 406p.
- Souza KXS et al. (2020). Agricultura digital: definições e tecnologias. In: Massruhá SMFS et al., (Ed.). Agricultura digital: pesquisa, desenvolvimento e inovação nas cadeias produtivas. Brasília, DF: Embrapa, 46-66.
- Ternes S et al. (2020). Computação científica na agricultura. Embrapa Informática Agropecuária-Capítulo em livro científico (ALICE), 25p.
- Willrich R (2000). Sistema multimídias distribuídos. Departamento de Informática e Estatística. Universidade Federal de Santa Catarina (Dissertação). Florianópolis. 249p.
- Wolfert S et al. (2017). Big data in smart farming—a review. Agricultural Systems,153: 69-80.

ÍNDICE REMISSIVO

A

agricultura, 11, 19, 20, 21, 23, 26, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 55, 56, 57, 58, 67, 68, 70, 72, 76, 77, 79, 91
 Agricultura inteligente, 33
 agronegócio, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 26, 31, 32, 34, 36, 38, 43, 47, 49, 53, 55, 57, 58, 76
 agropecuária, 21, 37, 45, 46, 53, 61, 70
 água, 18, 20, 23, 26, 27, 34, 36, 45, 55, 57, 68, 71, 76, 79, 80, 83, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97

B

biodigestores, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 85
 biogás, 20, 77, 80, 81, 82, 83, 84
 biológica, 20, 58
 Biossegurança, 24, 26

C

conservacionista, 67, 68, 69, 70, 71, 72

D

desafio, 10, 17, 31, 35, 37, 43, 48, 55, 57, 58, 72, 78, 80
 desenvolvimento, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 36, 38, 43, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 67, 72, 77, 78, 80, 91, 92, 94
 digitais, 31, 32, 35, 37, 38, 49

E

economia, 6, 7, 8, 9, 10, 23, 31, 37, 43, 46, 47, 53, 93
 estratégias, 8, 10, 11, 16, 17, 20, 55, 56, 58

F

Floresta, 20, 59, 69, 70

G

gargalos, 8, 16, 22, 23, 27, 49
 globalização, 6, 32

I

impacto ambiental, 11, 57, 78, 79
 inovações, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 27, 45, 53, 92
 Inteligência Artificial, 32, 47
 inteligência humana, 32
 Internet das coisas, 34
 irrigação, 20, 34, 36, 37, 45, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97
 Irrigação de precisão, 90, 91

L

Lavoura, 20, 59, 69, 70
 legislações, 21, 22, 23, 27

M

máquinas, 20, 25, 32, 33, 35, 42, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 59, 72, 90, 93, 96
 meio ambiente, 17, 18, 20, 21, 23, 27, 45, 46, 49, 55, 56, 58, 59, 76, 77, 78, 79, 81
 mercado, 6, 8, 9, 10, 11, 17, 19, 22, 24, 26, 35, 48, 53, 55, 59, 77, 78, 96
 modelagem, 32, 33, 35
 modelos matemáticos, 31, 32, 33, 34

N

negócio, 11, 16, 17

P

Pecuária, 20, 59, 69, 70
 pesquisa, 7, 8, 9, 16, 17, 21, 22, 25, 26, 38, 62, 97
 plantio, 18, 19, 26, 34, 37, 44, 49, 59, 60, 61, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 91
 Plantio Direto, 19, 68, 71, 72
 produção agrícola, 18, 31, 38, 42, 43, 53, 54, 57, 59, 67, 68, 69, 77, 90, 92
 produtividade, 6, 8, 9, 10, 12, 18, 20, 21, 23, 31, 35, 36, 38, 42, 43, 44, 45, 47, 50, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 62, 67, 68, 72, 90
 produtivo, 6, 8, 20, 24, 27, 46, 56, 57, 58, 59, 62, 80, 90

produtores, 10, 11, 12, 18, 21, 23, 31, 43, 44, 45,
46, 49, 61, 62, 67, 72, 76, 78, 80, 81, 90, 91,
95, 96

R

recursos naturais, 19, 31, 48, 49, 55, 56, 57, 58,
59, 67, 78, 80
revolução tecnológica, 43, 45

S

sensoriamento remoto, 35, 47, 96
sistemas integrados, 68, 69, 70, 96
startups, 34, 91

T

técnicas, 8, 16, 18, 20, 32, 35, 42, 44, 47, 50, 56,
57, 59, 62, 67, 68, 70, 72, 79, 85, 91
tecnologias, 6, 9, 11, 17, 19, 20, 22, 31, 32, 34,
37, 38, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 53, 54,
57, 62, 67, 80, 90, 96

U

uso sustentável, 21, 58, 93

V

variações climáticas, 91

SOBRE OS ORGANIZADORES



  **Bruno César Góes**

Graduado em Administração pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2016). Mestre em Agronegócio e Desenvolvimento pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2019). Doutor em Agronegócio e Desenvolvimento pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2020). Docente da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS), Campus de Alfenas-MG.



  **Fernando Ferrari Putti**

Graduado em Administração pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Tupã (2012). Mestre em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu (2014). Doutor em Agronomia (Irrigação e Drenagem) pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Botucatu (2015). Docente da Universidade Estadual Paulista (UNESP), da Faculdade de Ciências e Engenharia, Campus de Tupã-SP.



  **Adriano Bortolotti da Silva**

Graduado em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras (1997), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (2001) e doutorado em Agronomia (Fitotecnia) pela Universidade Federal de Lavras (2006). Atualmente é professor da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS). Coordenador do Mestrado Profissional em Sistemas de Produção na Agropecuária e do Doutorado em Agricultura Sustentável.



ISBN 978-658831998-7



Pantanal Editora

Rua Abaete, 83, Sala B, Centro. CEP: 78690-000

Nova Xavantina – Mato Grosso – Brasil

Telefone (66) 99682-4165 (Whatsapp)

<https://www.editorapantanal.com.br>

contato@editorapantanal.com.br