

TOMADA DE DECISÃO EM SMART FARMING E SUAS PERSPECTIVAS NO DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA

Data de aceite: 01/03/2023

Marcelo da Costa Borba

<http://lattes.cnpq.br/9442066023703538>

Josefa Edileide Santos Ramos

<http://lattes.cnpq.br/1689886628620497>

Murilo Campos Rocha Lima

<http://lattes.cnpq.br/5004964662732499>

Bibiana Melo Ramborger

<http://lattes.cnpq.br/4233021122073127>

José Vanderson Cunha Nascimento

<http://lattes.cnpq.br/4340957444561204>

Marília Nóbrega de Assis

<http://lattes.cnpq.br/0105581423276882>

Fúlvia Fernanda de Lima

<http://lattes.cnpq.br/7849360978064542>

RESUMO: A *Smart Farming* é o desenvolvimento que enfatiza o uso da tecnologia de informação e comunicação no ciclo de gerenciamento das propriedades rurais. Novas tecnologias, como a Internet das Coisas e Computação nas nuvens, devem alavancar o desenvolvimento e introdução de robôs e inteligência artificial na agricultura, impulsionando na forma como serão tomadas as decisões. Sendo

assim, este artigo visa caracterizar o conhecimento científico contido nas principais bases de dados sobre a tomada de decisão na *Smart Farming*, descrevendo suas perspectivas. A revisão sistemática da literatura é usada para analisar os estudos publicados, avaliar contribuições, resumir conhecimentos e identificar implicações para futuras pesquisas. A análise mostrou que a tomada de decisão na *Smart Farming* vai além da produção primária; influenciando toda a cadeia de suprimentos agrícola. A utilização de grande quantidade de dados e informações está ajudando no entendimento das atuais operações agrícolas para impulsionar decisões operacionais em tempo real e redesenhar processos de negócios para modelos mais eficientes.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologias agrícolas. Serviços integrados. Decisão orientada. Digitalização do campo. Internet das Coisas.

DECISION MAKING IN SMART FARMING AND ITS PERSPECTIVES IN AGRICULTURAL DEVELOPMENT

ABSTRACT: Smart Farming is the development that emphasizes the use of information and communication technology in the farm management cycle. New

technologies, such as the Internet of Things and Cloud Computing, should leverage the development and introduction of robots and artificial intelligence in agriculture, boosting the way decisions are made. Thus, this article aims to characterize the scientific knowledge contained in the main decision-making databases at Smart Farming, describing their perspectives. Analysis has shown that decision making at Smart Farming goes beyond primary production; influencing the entire agricultural supply chain. Utilizing large amounts of data and information is helping to understand current agricultural operations to drive real-time operational decisions and redesign business processes for more efficient models.

KEYWORDS: Agricultural technologies. Integrated services. Oriented decision. Field scanning. Internet of Things.

1 | INTRODUÇÃO

À medida que as máquinas inteligentes e os sensores surgem no meio agrário e os dados agrícolas crescem em quantidade e escopo, os processos agrícolas se tornaram cada vez mais orientados e habilitados para dados. O desenvolvimento rápido na Internet das Coisas (IoT) e na Computação na Nuvem estão impulsionando o fenômeno do que é chamado de Agricultura Inteligente - Smart Farming (SUNDMAEKER et al., 2016). Enquanto que a Agricultura de Precisão levava em conta a variabilidade em campo, a Agricultura Inteligente vai além, baseando as tarefas de gerenciamento não apenas no local, mas também nos dados, aprimorados pelo conhecimento do contexto e da situação, desencadeados por eventos em tempo real (WOLFERT; SORENSEN; GOENSE, 2014), tornando a tomada de decisão um evento crucial para todo o processo (indivíduos, empresas, agentes envolvidos). Esse novo conhecimento, combinado com o conhecimento de especialistas locais, pode se tornar o núcleo das futuras ferramentas de sistemas de assistência técnica e suporte a tomada de decisões.

Nas unidades de produção algumas decisões são tomadas diariamente, outras em um único momento, e ao passo que algumas são mais importantes, outras nem tanto, mas todas acarretam em ações em outros. As decisões também estão sujeitas às informações disponíveis e ao tratamento a que são submetidas. Em geral, quanto mais informação relevante é adquirida, mais conhecimento uma pessoa pode construir e mais eficazmente as decisões podem ser tomadas.

Para desenvolver um sistema eficiente no gerenciamento da produção agrícola, um dos principais requisitos é a disponibilidade rápida de dados precisos. Entretanto a tomada de decisão manual leva muito tempo, mesmo com as técnicas analíticas mais sofisticadas, obter informações sobre todo o processo por métodos convencionais seria demorado (GUPTA et al., 2014). Esta pesquisa propõe uma análise da tomada de decisão no contexto das *Smart Farming*. Em que a integração de tecnologias multidisciplinares de última geração, mineração de dados e inteligência artificial na tomada de decisões e comunicação serão abordados. Este estudo utiliza como aporte uma revisão sistemática de trabalhos na área agrícola com foco na decisão.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

A partir do início do século XXI, a agricultura passou por um processo rápido em sua evolução, com a presença de tecnologias como sensores e auto sensores aprimorados, microprocessadores, recursos avançados de automação, armazenamento de dados na nuvem, computador de bordo. Esta mesma evolução aconteceu de forma paralela ao mundo industrial (Indústria 4.0), logo o termo agricultura 4.0 passou a ser usado também no contexto agrário, com base na visão de uma produção futura. A agricultura 4.0 possui outras denominações como Agricultura Inteligente ou *Smart Farming* (ANDRITOIU et al., 2018; BRONSON; KNEZEVIC, 2016). Simbolizando assim uma rede integrada tanto internamente como externamente das operações agrícolas (ver Figura 2), baseados no surgimento de tecnologias e dispositivos inteligentes na agricultura e que preparam o caminho para as transformações por meio de sistemas de tomada de decisões controladas remotamente (BATTE, 1999).



Figura 2 – Contexto das *Smart Farming*

Fonte: Adaptado de Xin e Zazueta (2016).

As SF estão adotando novas tecnologias e gerando quantidades sem precedentes de dados, incluindo informações específicas de mapeamento e monitoramento em tempo real, análise de dados em conjunto com o desenvolvimento de software de gestão inteligente. Ao mesmo tempo todas essas informações são armazenadas na nuvem para acesso de todos os envolvidos criando novas soluções para a agricultura.

Os agricultores podem utilizar diferentes formas ou aplicativos para gerenciar suas operações e monitoramento, como acompanhar atividades de campo, gerenciar maquinaria e inventários, contabilidade e agendamento. Esses serviços podem estar prontamente disponíveis de diferentes fornecedores, personalizados e adaptados às suas necessidades (XIN; ZAZUETA, 2016).

A transformação digital descrita gera uma base de informações aprimorada ao longo da cadeia de fornecimento agrícola e serve como um facilitador para modelos de negócios agrícolas inovadores. O design dessas inovações do modelo de negócios exige a combinação de benefícios econômicos com uma abordagem agrícola sustentável para seres humanos, animais e o meio ambiente (BRAUN; COLANGELO; STECKEL, 2018). Para preparar os modelos de negócios para a mudança digital, o ponto de partida deve ser a consideração do meio existente, da demanda do cliente e de toda a oferta da cadeia, incluindo as partes interessadas. A partir deste ponto de vista, existem três abordagens básicas derivadas: interna, externa e direta.

A abordagem interna significa a compreensão do contexto agrícola dos produtos, serviços e criação interna de valor em que serão transformados. Isso inclui a concepção de novas tecnologias de serviços digitais (como aplicativos que fazem o processo agrícola mais transparente para o cliente), a expansão de ofertas de produtos existentes em plataformas digitais (como vendas diretas de produtos agrícolas), ou a utilização de tecnologias para reduzir custos em todos os níveis da própria cadeia de valor.

A abordagem externa compreende digitalizar modelos de negócios agrícolas envolvendo canais de transformação digital, relacionamentos e colaboração com seus parceiros. Gerando como resultado a transformação da cadeia de abastecimento agrícola. Isso inclui o uso de ferramentas de rastreamento e análise para monitorar o comportamento de compra do cliente; ou mesmo usando canais múltiplos e integrados, como mídias sociais através dos smartphones para melhorar a experiência do cliente.

A abordagem direta significa que ambos os caminhos são tomados em paralelo. O modelo de negócios é então transformado digitalmente em todas as dimensões. Derivando assim a disponibilidade de dados agrícolas é a utilização de bases de dados centrais. Informações regionais e suas condições (por exemplo, clima, tipo de terra, e fertilizante), informações extremamente valiosas para uma agricultura bem-sucedida. As novas formas de colaborar ao longo da cadeia agrícola, permitindo o desenvolvimento, sinergia e efeitos simbióticos entre as partes interessadas. Isso garante a criação de vantagens competitivas preciosas para todos os parceiros envolvidos.

3 | ASPECTOS METODOLÓGICOS

O método da revisão sistemática consiste numa avaliação rigorosa e confiável das pesquisas realizadas dentro de um tema específico. Este artigo baseia-se em periódicos relevantes abordando os temas específicos de tomada de decisão e *Smart Farming*. Uma abordagem sistemática é recomendada quando um tópico oferece um grande volume de publicações, mas carece de uma revisão abrangente dos conceitos atuais (MARQUES, 2019). A análise sistemática requer um delineamento teórico para entender a estrutura, a composição e a função das redes de colaboração nas pontas da cadeia, elucidando

estimativas mais precisas, evidências relevantes e síntese.

A RSL normalmente compreende (i) busca de dados, (ii) seleção, (iii) extração de dados/ avaliação da qualidade e (iv) síntese e análise dos dados. Ao executar a RSL foi elaborado inicialmente um protocolo com as etapas e estratégias da pesquisa, tais como a questão de pesquisa, a população, as fontes de busca utilizadas, as palavras-chaves, os critérios de inclusão e exclusão bem como os requisitos de qualidade. No intuito de contemplar as questões de pesquisa, a revisão sistemática compreendeu o período de 1997 a 2018. A escolha do período levou em consideração a frequência com que o termo *Smart Farming* passou a ser referenciado junto aos termos relacionados à tomada de decisão nas bases de dados pesquisadas (Science Direct - ScD, Scopus e Web of Science - WoS). Foram utilizados os critérios de inclusão para a busca da literatura - publicação de artigo em inglês de texto integral e com acesso livre. Os critérios para exclusão foram: artigos publicados em idiomas diferentes do inglês e artigos incompletos. A pesquisa seguiu uma abordagem sistemática, sendo feita em quatro etapas. Na primeira etapa (i) foi pesquisado nas três bases de dados bibliográficas: Science Direct, Scopus e Web of Science, usando todas as combinações de dois grupos de palavras-chave, das quais o primeiro grupo aborda tomada de decisão (“decision-making”, “decision”, “decision maker”) e o segundo grupo refere-se à Smart farming (“smart farming”, “smart-farming”, “smart agriculture”, “agriculture 4.0”). As três bases de dados foram escolhidas por causa de sua ampla cobertura de literatura relevante ao tema estudado e ainda por recursos bibliométricos avançados, como sugerir literatura relacionada ou citações. Quanto à questão de pesquisa, buscou-se formular uma pergunta que abrangesse os principais processos de tomada de decisão em propriedades com atividade agrícola inteligente – *Smart Farming*. Sendo assim, a questão norteadora dessa revisão sistemática é: como se dá o processo de tomada de decisão nas *Smart Farming*?

Com as palavras chaves definidas, iniciou-se de fato as etapas da RSL, sendo feita a primeira fase da seleção com a (i) - leitura do título, resumo e palavras-chaves; depois a fase (ii) - leitura da introdução e conclusão; seguida da (iii) - leitura do artigo completo, extração das cotas e avaliação da qualidade; e a (iv) - análise e síntese das evidências. Para ser incluído na primeira fase da seleção era necessário que o título, o resumo, ou as palavras-chave mostrassem algum tipo de ligação à pergunta de pesquisa. Na segunda fase foi considerado o fato de haver na introdução ou na conclusão indícios que respondessem à questão da revisão. Na terceira etapa foram extraídas cotas considerando que a introdução deveria conter justificativa, os objetivos e a questão de pesquisa; se durante o desenvolvimento do trabalho os temas foram tratados com clareza e estavam adequadamente referenciados; ter metodologia, resultados e conclusão claros e respondendo à questão de pesquisa. Na etapa quatro foram feitas as análises e sínteses das evidências localizadas, separando as cotas que efetivamente respondiam à questão proposta pela revisão, ver Figura 1.

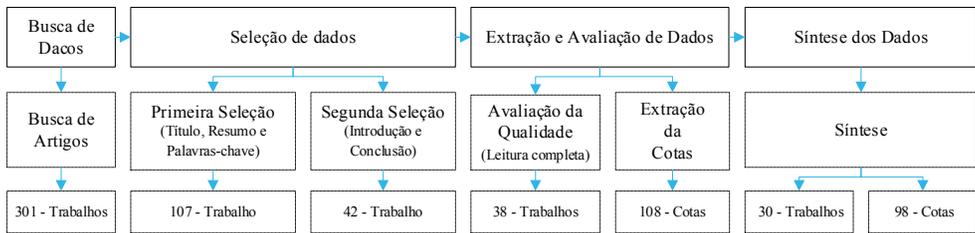


Figura 1 – Processo e Resultados da RSL.

Fonte: Adaptado de Liberati et al. (2009).

Na fase inicial de busca (i) foram encontrados 301 artigos, com 11 trabalhos duplicados, restando assim 290 artigos. Como resultado da primeira fase de seleção foram selecionados 107 trabalhos para a lista de potenciais trabalhos primários. Na segunda fase de seleção, apenas 42. Na fase seguinte com a avaliação da qualidade, foram considerados 38 artigos com qualidade regular, boa e ótima. Assim, a extração de dados foi realizada nesses artigos, obtendo-se 108 citações, onde algumas tiveram mais de uma evidência. Na fase de Síntese, 10 cotas foram descartadas por não conterem explicitamente o objetivo da pesquisa, finalizando o processo com 98 cotas. As análises das cotas serão discutidas na seção seguinte. No desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados os softwares Start 3.3 Beta como gerenciador de todas as fases da RSL e o Mendeley Desktop 1.19.2 para o gerenciamento das referências e citações.

4 | RESULTADOS

À medida que a atenção se volta para a agricultura inteligente, mais precisamente a ênfase na dependência local e temporal da atividade de manejo de forma autônoma, são necessários mais conhecimento para a análise de procedimentos adicionais para atender aos novos desafios, como por exemplo, a gestão (STEIN; HOOSBEEK; STERK, 1997; ZHOU; NOBLE; COTTER, 2015). Os dados coletados de fazendas são fundamentais para a tomada de decisão agrícola orientada por dados, sendo fundamental transformar inicialmente os dados em valor para apoiar uma melhor decisão (GUPTA et al., 2014; RAO, 2017; SANOU et al., 2017). A tecnologia passa a desempenhar papel cada vez mais importante na agricultura inteligente e do futuro, integrar as tecnologias torna-se um processo inevitável (PARADA et al., 2017; XIN; ZAZUETA, 2016; YAHATA et al., 2017).

Para melhorar a gestão agrícola, as universidades e organizações desenvolveram muitas ferramentas de decisão, uma gama de modelos de simulação em atividades agrícolas (Jones et al., 2003; De Vries, 2016; AgrClimate, 2016), bem como publicações de extensão (EDIS, 2016), ferramentas de gestão e outras soluções móveis (Xin et al., 2015). Além disso, uma grande quantidade de informações, como melhores práticas de gestão (MPG), está disponível em serviços de extensão. Muitos desses, baseados no conhecimento de

sistemas são desenvolvidos por pesquisadores ou pela extensão nas universidades (XIN; ZAZUETA, 2016, p. 276). Neste sentido os processos da tomada de decisão emergem em contexto histórico mais amplo - em continuidade aos valores e objetivos de longa data, que são impulsionados pela aplicação de inovações no campo, impulsionado ainda pelo sistema produtivo global de alimentos (BRONSON; KNEZEVIC, 2016; HEASMAN; LANG, 2015; RODRIGUEZ; CUENCA; ORTIZ, 2018), ver quadro 1.

Envolvidos nas Ações	Descrição	Métodos ou Atividades Potenciais
Gestores	Responsáveis por obter de uma gama de usuários e cidadãos envolvidos suas deliberações e recolher suas preocupações e torna-las potenciais nichos para o desenvolvimento empresarial.	Reuniões ou seminários com cidadãos que implementam métodos destinados a coletar feedback, não necessariamente algo em consenso)
Setores Públicos/ Privados	Envolver parceiros dos diferentes setores na pesquisa público-industrial em conversas sobre necessidades públicas (estabelecidas por meio de deliberações com detentores de direitos).	O feedback dos cidadãos e dos usuários finais sobre o que a sociedade quer que as inovações ajudem a fornecer é alimentado para os atores do setor privado em relatórios de linguagem simples
Apoio mutuo	Várias partes interessadas (Stakeholders) são envolvidos projetos de aprendizagem mútua e projetos abertos de P&D	Inovação aberta; design centrado no usuário; feedback on-line sobre inovações dos setores

Quadro 1 – Partes envolvidas no processo de gestão da *Smart Farming*

Fonte: Adaptado de Bronson (2018).

A arquitetura proposta para o sistema de gestão nas *Smart Farming* passa pela integração da arquitetura de recursos com o uso de *big data* com um sistema de suporte à decisão com vários usuários, todos interligados pelos serviços. As *Smart Farming* e sua estrutura de decisões agrícolas são formadas por grandes dados coletados e entendidos por máquinas inteligentes (LEROUX et al., 2018; WOLFERT et al., 2017). Todos esses dados envolvidos com os processos de inovação partem do princípio da análise de fatores envolvendo os gestores, setores públicos/privados e apoio mútuo, cobrindo todo o processo, desde dados espaciais até informações espaciais e suporte à decisão (ELSHEIKH et al., 2013; MANGO et al., 2018; PUTJAIKA et al., 2016; TARCHIANI et al., 2017), ver Figura 3.

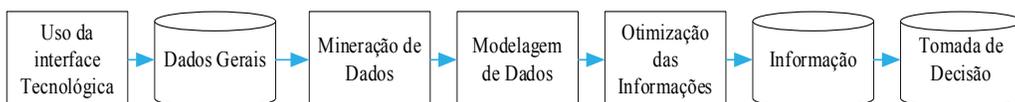


Figura 3 - Os componentes do sistema para a tomada de decisão

Fonte: Adaptado de Zhou, Noble e Cotter (2015).

Os componentes são constituídos por toda a interface e uso da ferramenta de entrada de dados, o qual fornece a plataforma para os usuários. Essa interface gera os dados, os quais são trabalhados através da mineração, modelagem e otimização das informações. Essas três etapas têm por objetivo selecionar dentre todos os dados, as informações mais significativas a serem consideradas no processo e tomada de decisão.

Ao tomar decisões na era da informação, não basta só o conhecimento por meio da visualização dos dados brutos. É necessário fornecer aos tomadores de decisão, dados trabalhados e mais avançadas ou de alto nível para que eles possam transformar esses dados especiais em informação e conseqüentemente ações (ANDRITOIU et al., 2018; BENTHAM, 1998; HAIDER; DURRANI, 2013). Como a quantidade de dados sempre será grande, apesar da mineração dos dados e otimização das informações deve ser também levados em consideração: a disponibilidade, pois garante que os auxiliares repassem os dados de que os tomadores de decisão necessitam; usabilidade, para garantir que os dados ajudem as partes interessadas a atingir as metas e também definir o formato e o armazenamento e confiabilidade dos dados para garantir a consistência e a integridade e ajude no pré-processamento como parte do apoio à decisão (ASCOUGH et al., 2009; NEUFELDT et al., 2013; SUAKANTO et al., 2017).

A aplicação de tecnologias na agricultura tende a gerar melhorias na gestão dos sistemas agrícolas que aproximem significativamente de decisões operacionais e até táticas mais seguras e concretas (CHANDAK; STUDENT, 2017; PIVOTO et al., 2018). O gerenciamento dessas fases exigirá mudanças e transformações na governança, gestão, planejamento e tomada de decisão (BRANDT et al., 2017; CADAVID et al., 2018; TROGO et al., 2015). Este é um grande desafio em si mesmo, considerando que desenvolvimento agrícola, muitas vezes, gerará conseqüências em várias escalas espaciais e temporais, ver Figura 4.

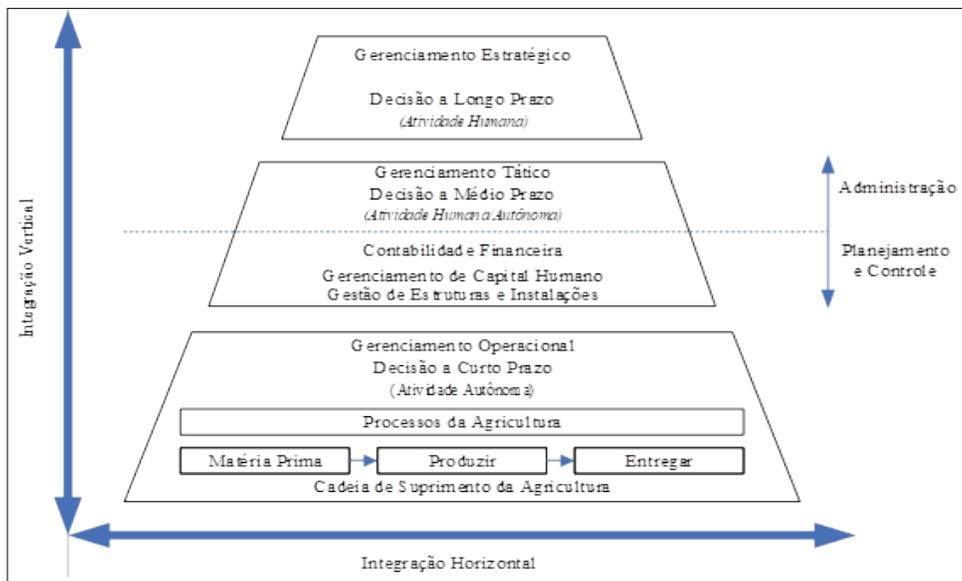


Figura 4 - Integração vertical e horizontal na cadeia de fornecimento agrícola.

Fonte: Adaptado de Braun; Colangelo e Steckel (2018) e Haider; Durrani (2013).

Lidar com os desafios da Smart Farming envolve repensar o atual conceito da integração vertical (internamente) e horizontal (externamente) na cadeia de suprimentos agrícola (cooperação com parceiros externos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, como agricultores, atacadistas e varejistas), os modelos de negócios implementados e as tecnologias usadas atualmente tende a ter um papel maior na tomada de decisão. A fim de competir no longo prazo na era da agricultura 4.0, as decisões tendem a passar tanto de nível operacional e tático para atividades autônomas, cabendo aos gestores o pensamento estratégico ou a longo prazo.

A transformação digital na agricultura gera uma grande base de dados e informações aprimoradas ao longo da cadeia agrícola, servindo como um facilitador para a tomada de decisão em negócios agrícolas inovadores (LASSO; CORRALES, 2017; NYONGESA et al., 2017; SAGGI; JAIN, 2018). Certamente a nova estrutura dessas inovações exige e proporciona uma combinação de benefícios econômicos com vista numa abordagem agrícola tecnicada para seres humanos, animais e o meio ambiente. Isso garante a criação de vantagens competitivas preciosas para todos os parceiros envolvidos (KAMILARIS et al., 2016; SHIN; LEE; REALFF, 2017; WALTER et al., 2017).

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta revisão, apresenta-se as abordagens para a tomada de decisão em sistemas de agricultura inteligente que resultarão no rendimento mais eficiente das culturas. Os

objetivos desse trabalho passam pela busca de fornecer resultados sobre o mapeamento de formas de lidar com as tecnologias no meio agrícola e as possíveis condições futuras. A perspectiva é que por ser de natureza autônoma (inicialmente em sua fase operacional), esse sistema não precisará de nenhuma intervenção ou manuseio. As *Smart Farming* também ajudarão os agricultores sobre as condições ambientais e financeiras críticas fazendo com que todas as anomalias possíveis sejam identificadas, e conseqüentemente sanadas para aprimorar o desenvolvimento e cultivo das culturas, visando aumentar a produtividade.

A literatura aponta que o uso de um sistema autônomo também ajudará na utilização adequada da água e sem desperdício ou fornecimento insuficiente. No quesito de gestão esses sistemas tendem a gerar informações mais fidedignas sobre as reais condições e seu retorno diante das decisões tomadas, possibilitando ao tomador de decisão um cenário mais fidedigno que os atuais.

Atualmente, e ainda mais numericamente nos próximos anos, satélites e drones serão ferramentas básicas usadas para obter os dados necessários para apoiar o desenvolvimento da agricultura e explorar as perspectivas futuras. Fica claro que futuro da agricultura será orientado por dados, baseada no conhecimento e centrada no agricultor com soluções na nuvem ou em aplicativos gerenciados na palma da mão. A abordagem do tomador de decisão passará a ser mais dinâmico e em constante expansão. O levantamento de diferentes algoritmos de aprendizado de máquina apoiará a escolha da melhor solução possível para a tomada de decisões usando, por exemplo, a previsão do crescimento da cultura.

A estrutura para análise aqui apresentada foi desenvolvida a partir da perspectiva de toda a cadeia de suprimentos agrícolas, com atenção específica à tomada de decisão. Em pesquisas futuras, pode ser valioso examinar esse assunto a partir de uma perspectiva de sistemas de tomada de decisão na agricultura 4.0. O mesmo vale para os aspectos gestão e inovação. A compreensão da decisão na *Smart Farming* é airosa, mas os desafios devem ser abordados para um maior entendimento do tomador de decisão.

REFERÊNCIAS

ANDRITOIU, D. et al. Agriculture autonomous monitoring and decisional mechatronic system. **Proceedings of the 2018 19th International Carpathian Control Conference, ICC 2018**, p. 241–246, 2018.

ASCOUGH, J. C. et al. **Economic risk analysis of agricultural tillage systems using the SMART stochastic efficiency software package**. Proceedings of the 18th world IMACS congress and MODSIM09 international congress on modelling and simulation, Cairns, Australia. **Anais...**2009

BATTE, M. T. **National Research Council. Precision Agriculture in the 21st Century: Geospatial and Information Technologies in Crop Management**. Oxford University Press, 1999.

BENTHAM, M. J. **Farm Smart 2000: A multi-agent decision support system for crop production**. 7th International Conference on Computers in Agriculture. **Anais...**1998

BIOLCHINI, J. C. A. et al. Scientific research ontology to support systematic review in software engineering. **Advanced Engineering Informatics**, v. 21, n. 2, p. 133–151, 2007.

BRANDT, P. et al. How to target climate-smart agriculture? Concept and application of the consensus-driven decision support framework "targetCSA". **Agricultural Systems**, v. 151, p. 234–245, 2017.

BRAUN, A. T.; COLANGELO, E.; STECKEL, T. Farming in the Era of Industrie 4.0. **Procedia CIRP**, v. 72, p. 979–984, 2018.

BRERETON, P. et al. Lessons from applying the systematic literature review process within the software engineering domain. **Journal of systems and software**, v. 80, n. 4, p. 571–583, 2007.

BRONSON, K. Smart Farming: Including Rights Holders for Responsible Agricultural Innovation. **Technology Innovation Management Review**, v. 8, n. 2, p. 7–14, 2018.

BRONSON, K.; KNEZEVIC, I. Big Data in food and agriculture. **Big Data & Society**, v. 3, n. 1, p. 2053951716648174, 2016.

CADAVID, H. et al. **Towards a Smart Farming Platform: From IoT-Based Crop Sensing to Data Analytics**. Colombian Conference on Computing. **Anais...**Springer, 2018

CHANDAK, P. P.; STUDENT, M. T. Smart Farming System Using Data Mining. v. 12, n. 11, p. 2788–2791, 2017.

ELSHEIKH, R. et al. Agriculture Land Suitability Evaluator (ALSE): A decision and planning support tool for tropical and subtropical crops. **Computers and electronics in agriculture**, v. 93, p. 98–110, 2013.

GUPTA, N. et al. **Integration of geoinformatics and wireless sensors for smart agriculture in tea**. Second International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment (RSCy2014). **Anais...**International Society for Optics and Photonics, 2014

HAIDER, W.; DURRANI, N. M. **Towards decision support model for ubiquitous agriculture**. Digital Information Management (ICDIM), 2013 Eighth International Conference on. **Anais...**IEEE, 2013

HEASMAN, M.; LANG, T. **Food wars: the global battle for mouths, minds and markets**. [s.l.] Routledge, 2015.

KAMILARIS, A. et al. **Agri-IoT: A semantic framework for Internet of Things-enabled smart farming applications**. Internet of Things (WF-IoT), 2016 IEEE 3rd World Forum on. **Anais...**IEEE, 2016

LASSO, E.; CORRALES, J. C. **Towards an Alert System for Coffee Diseases and Pests in a Smart Farming Approach Based on Semi-supervised Learning and Graph Similarity**. International Conference of ICT for Adapting Agriculture to Climate Change. **Anais...**Springer, 2017

LEROUX, C. et al. GeoFIS: An Open Source, Decision-Support Tool for Precision Agriculture Data. **Agriculture**, v. 8, n. 6, p. 1–21, 2018.

- LIBERATI, A. et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. **PLoS medicine**, v. 6, n. 7, p. e1000100, 2009.
- MARQUES, L. Sustainable Supply Network Management - A systematic literature review from a knowledge perspective. **International Journal of Productivity and Performance Management**, v. 68, n. 6, p. 1164–1190, 2019.
- MANGO, N. et al. Adoption of Small-Scale Irrigation Farming as a Climate-Smart Agriculture Practice and Its Influence on Household Income in the Chinyanja Triangle, Southern Africa. **Land**, v. 7, n. 2, p. 49, 2018.
- NEUFELDT, H. et al. Beyond climate-smart agriculture: toward safe operating spaces for global food systems. **Agriculture & Food Security**, v. 2, n. 1, p. 12, 2013.
- NYONGESA, D. et al. Assessment of gender and innovations in climatesmart agriculture for food and nutrition security in Kenya: a case of Kalii watershed. **International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology**, v. 13, n. 2, p. 109–137, 2017.
- PARADA, R. et al. Internet of THings Area Coverage Analyzer (ITHACA) for complex topographical scenarios. **Symmetry**, v. 9, n. 10, p. 237, 2017.
- PIVOTO, D. et al. Scientific development of smart farming technologies and their application in Brazil. **Information Processing in Agriculture**, v. 5, n. 1, p. 21–32, 2018.
- PUTJAIKA, N. et al. **A control system in an intelligent farming by using arduino technology**. Student Project Conference (ICT-ISPC), 2016 Fifth ICT International. **Anais...IEEE**, 2016
- RAO, N. H. Big Data and Climate Smart Agriculture-Review of Current Status and Implications for Agricultural Research and Innovation in India. 2017.
- RODRIGUEZ, M. A.; CUENCA, L.; ORTIZ, A. **FIWARE Open Source Standard Platform in Smart Farming-A Review**. Working Conference on Virtual Enterprises. **Anais...Springer**, 2018
- SAGGI, M. K.; JAIN, S. A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation. **Information Processing & Management**, v. 54, n. 5, p. 758–790, 2018.
- SANOU, L. et al. Drivers of farmers' decisions to adopt agroforestry: Evidence from the Sudanian savanna zone, Burkina Faso. **Renewable Agriculture and Food Systems**, p. 1–18, 2017.
- SHIN, J.; LEE, J. H.; REALFF, M. J. Operational planning and optimal sizing of microgrid considering multi-scale wind uncertainty. **Applied energy**, v. 195, p. 616–633, 2017.
- STEIN, A.; HOOSBEEK, M. R.; STERK, G. **Space-Time Statistics for Decision Support to Smart Farming Precision Agriculture: Spatial and Temporal Variability of Environmental Quality**: Novartis Foundation Symposia., 28 set. 1997. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/9780470515419.ch8>>
- SUAKANTO, S. et al. Sensor networks data acquisition and task management for decision support of smart farming. **2016 International Conference on Information Technology Systems and Innovation, ICITSI 2016 - Proceedings**, 2017.

SUNDMAEKER, H. et al. Internet of food and farm 2020. **Digitising the Industry-Internet of Things connecting physical, digital and virtual worlds**. Ed: Vermesan, O., & Friess, P, p. 129–151, 2016.

TARCHIANI, V. et al. Smallholder Farmers Facing Climate Change in West Africa: Decision-Making between Innovation and Tradition. **Journal of Innovation Economics & Management**, n. 3, p. 151–176, 2017.

TROGO, R. et al. **SMS-based smarter agriculture decision support system for yellow corn farmers in Isabela**. Humanitarian Technology Conference (IHTC2015), 2015 IEEE Canada International. **Anais...IEEE**, 2015

WALTER, A. et al. Opinion: Smart farming is key to developing sustainable agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 24, p. 6148–6150, 2017.

WOLFERT, S. et al. Big Data in Smart Farming – A review. **Agricultural Systems**, v. 153, p. 69–80, 2017.

WOLFERT, S.; SORENSEN, C. A. G.; GOENSE, D. **A future internet collaboration platform for safe and healthy food from farm to fork**. Global Conference (SR11), 2014 Annual SR11. **Anais...IEEE**, 2014

XIN, J.; ZAZUETA, F. Technology trends in ICT – towards data-driven , farmer-centered and knowledge-based hybrid cloud architectures for smart farming. **CIGR Journal**, v. 18, n. 4, p. 275–280, 2016.

YAHATA, S. et al. **A hybrid machine learning approach to automatic plant phenotyping for smart agriculture**. Neural Networks (IJCNN), 2017 International Joint Conference on. **Anais...IEEE**, 2017

ZHOU, H.; NOBLE, C.; COTTER, J. **A Big Data Based Intelligent Decision Support System for Sustainable Regional Development**. 2015 IEEE International Conference on Smart City/SocialCom/ SustainCom (SmartCity). **Anais...2015**