



# TECNOLOGIA DA INTERNET DAS COISAS NA AGRICULTURA 4.0: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Submetido em: 16/11/2019

Aprovado em: 05/12/2022

ISSN 2965-3339

DOI: 10.29327/2384439.1.2-5

## **Amanda Machado Ferreira**

Faculdade de Tecnologia Zona Leste  
amanda\_m\_ferreira@yahoo.com.br

## **Gabrielly Cardoso Nascimento**

Faculdade de Tecnologia Zona Leste  
gabriellycardoso29@hotmail.com

## **Leandro Colevati dos Santos**

Faculdade de Tecnologia Zona Leste  
leandro.santos@fatec.sp.gov.br

### **RESUMO.**

A quarta revolução industrial, denominada Indústria 4.0, traz consigo inovações tecnológicas para otimizar ou automatizar processos e recursos. Baseados em sistemas *ciber* físicos, onde todos os elementos e pessoas estão direta ou indiretamente conectados, tecnologias como a internet das coisas (IoT), Big Data, inteligência artificial, robótica avançada, manufatura aditiva, dentre outros, trazem uma maior integração das informações proporcionando novas possibilidades de desenvolvimentos. Uma das áreas que podem se privilegiar desse novo contexto é a de produção agrícola, principalmente voltada a alimentos, que ficou conhecida como Agricultura 4.0. Este artigo apresenta uma revisão sistemática sobre agricultura 4.0 e suas aplicações tecnológicas, tendo como objetivo investigar a aplicabilidade da tecnologia denominada internet das coisas. Autores apresentam a possibilidade de diminuição dos custos, otimização dos processos, aumento da produção e redução de desperdícios. Podemos verificar, a partir da pesquisa exposta neste trabalho, que o uso da internet das coisas se torna imprescindível na agricultura 4.0.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0, Agricultura 4.0, Internet das coisas.

### **ABSTRACT.**

The fourth industrial revolution, Industry 4.0, have technological innovations to streamline or automate processes and resources. Based on cyber physical systems, where all elements and people are, directly or indirectly, connected, technologies such as the internet of things (IoT), big data, artificial intelligence, advanced robotics, additive manufacturing, among others, bring greater integration of information providing new possibilities for developments. One of the areas that can benefit from this new context is agricultural production, especially food, which became known as Agriculture 4.0. This paper presents a systematic review on agriculture 4.0 and its technological applications, objectifying to investigate the applicability of the technology called internet of things. Authors present the possibility of cost reduction, process optimization, increased production and waste reduction. We can verify from the research exposed in this paper that the use of the internet of things becomes essential in agriculture 4.0.

**Keywords:** Industry 4.0, Agriculture 4.0, Internet of things.

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico possibilitou uma maior inserção dos mecanismos digitais nas mais variadas esferas da sociedade contemporânea, o que viabilizou na economia mundial a necessidade de se adequar a uma nova revolução industrial, denominada Indústria 4.0. Segundo a Confederação Nacional da Indústria (2018), as nações industrializadas para expandir o emprego das tecnologias estão conduzindo suas políticas industrial para o progresso da Indústria 4.0.

Em virtude da digitalização da economia até mesmo setores como o da agricultura estão sujeitos as transformações promovidas pelas evoluções tecnológicas, surgindo nesse contexto um termo resultante da Indústria 4.0 a titulada agricultura 4.0. Esse artigo procura demonstrar como as tecnologias da Indústria 4.0 poderá contribuir para um provável aperfeiçoamento da agricultura no Brasil. Como objeto de pesquisa busca-se responder de que forma a agricultura brasileira poderá potencializar sua produção evitando perdas, tomando decisões mais assertivas para o campo, aumentando a qualidade dos produtos, prevenindo pragas, eliminando desperdícios, e otimizando processos.

Para melhor entendimento do assunto central investigam-se como hipóteses: (I) Diminuição dos custos de produção e otimização do processo, (II) Maior capacidade de assertividade nas tomadas de decisões, (III) aumento da competitividade e qualidade do produto brasileiro, e o (IV) protagonismo do Brasil na produção agrícola. A justificativa desse estudo se fundamenta pela Embrapa (2014), que evidencia que no futuro a agricultura estará alinhada a novos mecanismos diferentes dos tradicionais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A indústria 4.0, também considerada a quarta revolução industrial, desencadeou numerosos avanços tecnológicos que transformaram os processos industriais, logísticos e de serviços. Além de mudanças ocasionadas no mercado de trabalho, conectividade e no consumo de tecnologia pelas pessoas. (MORAIS E MONTEIRO, 2019).

Indústria 4.0 é um conjunto de modelos de negócios caracterizado pela crescente digitalização e tendências de conectividade e interconexão de produtos, orientada a serviços, materiais e tecnologia de processamento avançados e redes colaborativas de manufatura avançada. (MORAIS E MONTEIRO, 2019 p.107).

Conforme Ribeiro et. al (2018), o termo Agricultura 4.0 surgiu como uma derivação da Indústria 4.0, porém com aplicações na agricultura. Sendo a tecnologia, o pilar fundamental no processo de cultivo e produção de alimentos com objetivo a otimização dos resultados.

Clercq et al (2018), cita benefícios provindos da aplicação do conceito, como a redução do consumo de água, fertilizantes e pesticidas. Isso ocorre, pois, será possível determinar quais são as partes da plantação que realmente necessitam de algum determinado recurso e as quantidades necessárias.

Exemplos de tecnologias utilizadas neste processo são os robôs, sensores de temperatura e umidade, as imagens aéreas e GPS. Essas ferramentas possibilitam ter uma colheita mais lucrativa, eficiente e segura, além de serem ecologicamente corretas.

Outras ferramentas empregadas são métodos computacionais de alto desempenho, comunicação máquina para máquina, conectividade entre dispositivos móveis e computação em nuvem. Englobando técnicas como o *bigdata* e a

Internet das Coisas. (MASSRUHÁ E LEITE, 2018).

Internet das Coisas (IOT) é um conjunto de sistemas, plataformas, aplicativos e rede de objetos voltados a comunicações e interações com ambientes internos e externos (usuários, fabricantes, outros objetos), por meio de uma infraestrutura capaz de gerar e processar grandes volumes de dados para comandar e controlar coisas, aglutinando o meio físico com o digital. (MORAIS E MONTEIRO, 2019, p. 107).

A Internet das Coisas é também denominada como uma rede global dinâmica capaz de conectar objetos do mundo real e virtual, que através de interfaces inteligentes integram uma rede de informações, podendo funcionar com ou sem monitoramento humano. (CERP – IoT, 2009).

Santos et al (2016) define a Internet das Coisas como uma nova vertente da internet contemporânea, o qual possibilita que objetos dotados de capacidade computacional e de comunicação se conectem à internet.

O campo na era da quarta revolução industrial apresenta mudanças progressivas em razão da necessidade de adequação do ambiente rural que se influi pelas evoluções das tecnologias, ‘Nesse contexto, a agricultura brasileira passa por profundas transformações econômicas, culturais, sociais, tecnológicas, ambientais e mercadológicas, que ocorrem em alta velocidade’[...] (Embrapa, 2018, p.148).

Nessa linha, Ribeiro (2018) explica que a agricultura 4.0 é uma derivação direta do conceito de Indústria 4.0, no entanto, na parte tecnológica referente às práticas agrárias. Devemos considerar que algumas das tecnologias convencionais não utilizam, ou desperdiçam, os recursos naturais e existe a necessidade de otimizar a produção agrícola, como por exemplo, minimizando o uso de água ou o de insumos de fertilização.

O uso da tecnologia pode levar a maior exploração de recursos naturais e que se apresentam em grande quantidade, como a água do mar ou os elementos dos raios solares. Neste caso, mesmo em locais mais remotos ou áridos, será possível realizar o cultivo de alimentos. Ainda no campo das possibilidades tecnológicas, modificações genéticas ou, até mesmo, impressão 3D de alimentos são consideradas para um futuro não muito distante. (CLERCQ, 2018).

## 2.1. INTERNET DAS COISAS (IOT)

O termo Internet das Coisas (do inglês *Internet of Things* – IoT) foi desenvolvido a partir da junção de diversas áreas como microeletrônica, computação, comunicação, dentre outras. (SANTOS et al., 2016)

Singer (2012) demonstra que, apesar de ser um conceito bem-visto em diversas áreas como transportes, logística, saúde, segurança pública, qualidade de vida, entre outros, muitos autores ainda têm dificuldade de definir com exatidão o que é a internet das coisas.

A definição de coisa, como dada por Faccioni Filho (2016), é um objeto, físico ou virtual, identificado, pertencente a uma rede.

Uma das formas encontradas por Atzori (2010 APUD SINGER, 2016) para melhor descrever o conceito é a intersecção de visões de tecnologias semânticas, de internet e de comunicação. De maneira resumida, se trata da junção de tecnologias semânticas, como a *Web Semântica*, tecnologias da internet, como a utilização de protocolo de internet para comunicar objetos e tecnologias de comunicação, como RFID (Identificação por rádio frequência, NFC (*Near Field Communication* ou Comunicação por campo de proximidade).

Podemos sintetizar, portanto, a Internet das Coisas, conforme a definição de Santos et al. (2016):

A IoT pode ser vista como a combinação de diversas tecnologias, as quais são complementares no sentido de viabilizar a integração dos objetos no ambiente físico ao mundo virtual (SANTOS et al).

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este artigo utilizará como metodologia de pesquisa a revisão sistemática que, como definido por

Galvão et al. (2004)

[...] aplicação de estratégias científicas que limitem o viés de seleção de artigos, avaliem com espírito crítico os artigos e sintetizem todos os estudos relevantes em um tópico específico (GALVÃO et al, 2004).

Sampaio (2004) explica que a revisão sistemática, assim como outros métodos de revisão, se baseia na literatura de um tema específico. Nesse caso, a revisão oferece, como produção de conhecimento, um resumo das evidências de um assunto específico, baseados em uma estrutura sistematizada de busca. A partir dos resultados obtidos, uma análise crítica e sintetizada das informações fará a composição dos elementos de comunicação, como monografias, artigos, dentre outros.

Um dos objetivos de uma revisão sistemática, como apresentado por Cordeiro et al. (2007) é responder a uma pergunta, desde que sua formulação seja objetiva, com métodos sistemáticos. Cordeiro et al. (2007) ainda explica que as revisões sistemáticas “são consideradas investigação científica em si mesmas [...] qualificadas como estudos observacionais retrospectivos”. Por fim, considera-se uma boa revisão sistemática aquela que tem uma

pergunta bem estruturada, que definirá a estratégia para se desenvolver a pesquisa.

Este artigo se baseou em uma revisão sistemática feita na base IEEEExplore, que os autores têm acesso irrestrito, e se formulou a *string* de busca ***Agriculture AND 4.0 AND Internet AND of AND Things***. A busca retornou 14 artigos cuja análise será apresentada na seção 4.

### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O emprego das tecnologias no campo é uma questão recente, a qual vem adquirindo visibilidade frente às transformações ocasionadas pela quarta revolução industrial, conhecida por Indústria 4.0. A recente forma de produção influencia os mais diversos âmbitos da sociedade, exigindo desse modo uma adequação dos métodos adotados, desenvolvendo novos conceitos como a Agricultura 4.0. A agricultura 4.0, é um termo que se refere à aplicação das tecnologias na produção agrícola mediante a otimização dos processos produtivos, os quais são implementados por meios tecnológicos. Diante do exposto, o presente artigo procura evidenciar por meio de uma revisão sistemática as vantagens apontadas na utilização da tecnologia IoT (Internet das Coisas), quando abordada no âmbito da agricultura.

Conforme Nukala et al (2016), nas operações agrícolas está sendo aplicada a IoT, com o propósito de viabilizar um crescimento na produtividade. Além disso, a agricultura de precisão, com a utilização da tecnologia sem fio e sensores, coopera com os produtores. A autora enfatiza que com a IoT, é possível adquirir informações mais precisas, o que possibilita um conjunto de dados, que facilitam na produção e cultivo.

Conforme Nguyen et al (2018), a agricultura com a aplicação da IoT, é capaz de promover benefícios na produção. Com

o auxílio de sensores se faz possível em tempo real realizar a coleta de informações, a respeito de plantas, animais, temperatura do ar, localização do GPS e umidades decorrentes, no entanto a IoT no âmbito da agricultura é pouco investigada.

De acordo com Ibrahim et al (2018), quando aplicada a IoT na agricultura, existem algumas contribuições analisadas, como o crescimento das plantas, percepção de informações referentes a umidade do solo, indicações sobre o clima, rendimentos alcançados na colheita, como também dados para evitar desperdícios.

De acordo com Nukala et al (2016), a IoT, propicia valores de negócios, por meio da sua essência em modelos orientados na obtenção de dados. Os sensores ocasionam uma série de dados, os quais podem auxiliar no desenvolvimento das redes de informações, proporcionando a tomada de decisão e uma eficiente coordenação dos produtos na cadeia de suprimentos como um todo.

De acordo com Wan et al (2016), a IoT tem competência para adquirir dados progressivamente de diversos objetos e sensores, conduzindo com proteção as leituras captadas para os data centers, fundamentados em nuvem. Os autores ressaltam ainda que com a IoT seja possível identificar erros e

processar correção. Ainda segundo Marosi et al (2018), na indústria 4.0, uma das fundamentais motivações é o ingresso de sensores de IoT.

Para Wan et al (2016), a IoT, tem competência para realizar registros da produção de maneira automática dentro de um período eficiente. Em decorrência do aceitamento da IoT, houve mudanças na coleta de dados usadas na tecnologia tradicional. Conforme os autores a IoT desenvolve excelentes conexões entre as máquinas, objetos e pessoas, entretanto a produção tradicional desempenha exclusivamente a comunicação entre

máquinas, por meio da chamada tecnologia M2M. Segundo Nukala et al (2016), a tradicional cadeia de suprimentos está sendo transformada pela Internet das coisas, nascendo assim às cadeias de suprimento inteligentes, que por sua vez fornecem viabilidade para pesquisadores explorarem a área.

Dentre algumas das principais metas a serem atingidas pela Indústria 4.0 aliadas a Internet das Coisas, estão o aumento na eficiência, produtividade e automação, bem como a redução de custos, erros e defeitos. Diante do exposto, Sepehri et al (2018) sugere a implementação de um dispositivo modular portátil de baixo custo, que adaptado a qualquer tipo de máquina industrial colhe sinais de amostragem e os envia a um servidor em nuvem ao detectar uma conexão sem fio. Os dados obtidos podem ser baixados e analisados de qualquer lugar. O dispositivo em questão serve para trazer melhorias ao processo de monitoramento das condições de funcionamento de máquinas industriais. Uma de suas aplicações na agricultura, segundo o estudo de caso dos autores, é em tratores, buscando monitorar as condições da direção do veículo por meio de seu desempenho. Após o término das atividades, os dados colhidos ficam disponíveis na nuvem para análise, a fim de encontrar falhas. Em caso positivo, a melhor alternativa é encaminhar o veículo para manutenção, prevenindo avarias. Os desenvolvimentos recentes na área da Indústria 4.0 acarretaram o aumento do interesse por maquinário móvel sem condutor, especialmente por parte de profissionais do ramo agrícola que buscam por soluções para reduzir seus custos operacionais e aumentar eficiência e confiabilidade. Partindo deste cenário Guzman et al (2019), implantaram tecnologia proveniente da Internet das Coisas para controlar um protótipo de escavadeira sem condutor. Dentre os recursos utilizados estão nuvem, protocolos de comunicação e rede de comunicação sem

fios. Tais recursos permitem controlar o protótipo em ambientes controlados, a partir de uma localização remota, o conduzindo por rotas e evitando colisões com obstáculos. Os autores ressaltam que existem diferenças básicas entre carros e maquinários sem condutores. As máquinas são operadas somente em ambientes controlados e de posse dos seus proprietários, tendo configurações mais simples em relação aos carros que trafegam por vias públicas. Sendo assim, esta proposta é considerada uma solução acessível, de fácil instalação, e de possível reprodução em escala com muitas aplicações na indústria.

As mudanças climáticas têm afetado as políticas de exploração dos recursos naturais e isso tem causado sérios problemas na agricultura e na produção de alimentos. Valecce et al (2019) apontam que a solução estaria no monitoramento contínuo dos parâmetros ambientais e na automação dos processos agrícolas, levando a otimização dos recursos e ganhos na produção. O *Solarfertigation*, sistema de fertilização completamente automatizado, ainda em desenvolvimento pelos autores, tem como objetivo em seu projeto detectar os parâmetros mais significativos do solo. Auxiliando assim no processo de tomada de decisão que conduz subsistemas automatizados de fertilização e irrigação. O sistema é energeticamente autossuficiente, pois é alimentado por uma usina fotovoltaica e é baseado na Internet das Coisas. Com o *Solarfertigation* é possível gerenciar e planejar eventos, obter informações sobre a quantidade e tipo de fertilizantes, assim como detalhes de data e duração da irrigação. A partir destas informações o sistema eletromecânico é configurado para criar a mistura de fertilizantes e a solução de água para irrigar a área de interesse.

Devido ao crescimento populacional contínuo, as demandas por água potável e alimentos também crescem e geram

impactos climáticos no planeta. Por conta disso, a expectativa é que haja uma transformação nos processos agrícolas visando à economia de água e, portanto, adotando tecnologias baseadas nos conceitos de Internet das Coisas e Agricultura 4.0. Porém, ainda existem muitos agricultores que resistem a adotá-las, seja por condições precárias de acesso à Internet, seja por baixo grau de instrução ou até mesmo por postura conservadora. Na busca por soluções para estes problemas, Moraes et al (2019) propõem que as empresas de tecnologia ofereçam um suporte melhor aos agricultores. Dentre as sugestões de suporte estão uma boa assistência técnica, visitas técnicas para ensinar os clientes a operar os equipamentos, visitas para apresentação de novos produtos, protótipos e pilotos, bem como, apresentar soluções de conexão, por exemplo, a LPWAN (*Low Power Wide Area Network*). Com a implementação as estratégias propostas pelos autores, mais agricultores podem se sentir seguros e motivados a aderir a tecnologias como o projeto SWAMP (*Smart Water Management Platform*) que tem como objetivo o uso inteligente de água. O SWAMP utiliza sensoriamento remoto e rede de comunicação de sensores para definir a quantidade de água nas plantas e a necessidade de irrigação, combatendo desperdícios.

Outro tipo de tecnologia que relaciona Internet das Coisas e Agricultura 4.0 são os veículos aéreos. Esses veículos combinam tecnologia da informação e comunicação, robôs, inteligência artificial, big data e Internet das Coisas. Segundo Kim et al (2019), o mercado de veículos aéreos na agricultura cresce exponencialmente, com previsão de US\$ 32,4 bilhões até 2050. O mesmo ocorre com suas aplicações. Dentre as principais estão, o mapeamento, a partir de mapas 2D e 3D feitos pelo veículo é possível obter informações úteis referentes a área de plantio, condições do solo e estado da safra. A pulverização de pesticidas, o uso

dos veículos aéreos reduz as quantidades utilizadas, diminuindo a poluição ambiental e trazendo mais segurança aos trabalhadores. Além disso, torna o processo mais eficiente, pois existem modelos que ajustam as quantidades borrifadas automaticamente de acordo com a velocidade do voo, mantendo dose contínua e aplicação homogênea. O plantio, pois os veículos aéreos possuem um sistema, ainda em desenvolvimento, que distribui sementes e nutrientes vegetais, adequados para grandes áreas de plantio. Outras aplicações importantes são, o monitoramento da safra, através deste é possível prever seu rendimento e qualidade por análise dos dados obtidos, bem como, reduzir o impacto dos efeitos climáticos na produção, otimizando-a. A irrigação, na qual sensores de calor e câmeras multiespectrais acoplados ao veículo fazem a identificação das áreas onde há escassez de água. Partindo destas informações é possível pulverizar água empregando o mesmo veículo aéreo. A identificação de pestes, que por sua vez é feita através de câmeras multiespectrais e de alta resolução acopladas. E, por fim, a polinização artificial, feita por meio de um robô integrado ao veículo, que utiliza pelos de animais cobertos por gel para carregar o pólen. Esta aplicação surgiu da problemática da diminuição da população mundial de abelhas.

## 5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de tecnologias eletrônicas e de comunicação trouxeram possibilidade de intercomunicação entre pessoas e dispositivos, análise de dados e até aprendizado de máquina. Essas tecnologias transcenderam as barreiras de suas áreas de desenvolvimento e possibilitaram melhorias em diversas outras áreas de atuação, como a área industrial.

A proximidade do setor agrícola com o setor industrial trouxe a possibilidade de aplicar

tecnologias da Indústria 4.0 gerando a Agricultura 4.0 sendo que, uma das tecnologias abordadas é a Internet das Coisas.

A partir da utilização da Internet das Coisas no setor agrícola verificamos a possibilidade de otimizar produção, controlando de maneira adequada os insumos dos plantios, o crescimento da plantação, a posição exata do gado, temperatura e condições climáticas, nesse caso, reduzem-se os custos e melhoram a qualidade, tanto dos processos quanto dos produtos.

A possibilidade de comunicação entre máquinas permite automatizar processos e disponibilizar o recurso humano exclusivamente onde este é necessário.

A possibilidade de aliar IoT com a análise de dados faz com que decisões possam ser tomadas com mais segurança, auxiliando, por exemplo, na decisão de manutenção ou substituição de maquinário, além da necessidade de substituição de algum insumo.

Portanto, a tecnologia vem se tornando indispensável no setor agrícola pelos ganhos em melhoria de processos, melhor do produto, economia de recursos e, conseqüentemente, ganho financeiro.

## REFERÊNCIAS

CERP IoT - INTERNET OF THINGS EUROPEAN RESEARCH CLUSTER. **Internet of Things: Strategic**

**Research Roadmap**, 2009. Disponível em: <[http://www.internet-ofthingsresearch.eu/pdf/IoT\\_Cluster\\_Strategic\\_Research\\_Agenda\\_2011.pdf](http://www.internet-ofthingsresearch.eu/pdf/IoT_Cluster_Strategic_Research_Agenda_2011.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2019.

CLERCQ, M. D.; ANSHU, V.; BIEL, A. **AGRICULTURE 4.0: The future of farming technology**. World

Government Summit, 2018. Disponível em:



<<https://www.worldgovernmentsummit.org/api/publications/document?id=95df8ac4-e97c-6578-b2f8ff0000a7ddb6>>. Acesso em: 26 mai. 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0 e digitalização da economia**.

Confederação Nacional da Indústria. – Brasília: CNI, 2018.

CORDEIRO, Alexander Magno et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. 2007.

EMBRAPA. **Visão 2014-2034: o futuro do desenvolvimento tecnológico da agricultura brasileira**, 2014. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1024963/1658076/Documento+Vis%C3%A3o++vers%C3%A3o+completa/7bf520f2-7329-42c0-8bf0-15b3353c3fdb>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**, 2018. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030++o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829>>. Acesso em: 16 ago. 2019.

FACCIONI FILHO, Mauro. **Internet das coisas**. Unisul Virtual, 2016.

GALVÃO, Cristina Maria et al. Revisão sistemática. **Rev. Latino-am enfermagem**, v. 12, n. 3, p. 549-56, 2004.

GUZMAN, N. H. C.; MEZOVARI, A.G.; YAN, Y. An IoT-based prototype of a driverless bulldozer. **15th International Conference on Distributed Computer in Sensors Systems (DCOSS)**, p. 291-296, 2019.

IBRAHIM, N; BRAHIM, A; MAT, I; HARUN, A. IR 4.0 using IoT and LORAWAN to Accelerate Lentinula Edodes Growth. 2nd International Conference on Smart Sensors and Application (ICSSA). **IEEE**, 2018.

KIM, J.; KIM, S.; JU, C.; SON, H. I. Unmanned Aerial Vehicles in Agriculture: A Review of Perspective of Platform, Control, and Applications. **IEEE Access**, v.7, p. 105100-105115, 2019.

MAROSI, A; FARKAS, A; LOVAS, R. An adaptive cloud-based IoT back-end architecture and its applications. **IEEE**, 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. A. **Agro 4.0 - Rumo à agricultura digital**. Controle & Instrumentação, ano 21, n. 235, p. 56-59, 2018.

MORAES, E. A.; MONTELEONE, S.; MAIA, R. F. Analysis of the variables that affect the intention to adopt Precision Agriculture for smart water management in Agriculture 4.0 context. **Global IoT Summit (GIoTS)**, 2019.

MORAIS, R. R.; MONTEIRO, R. **Indústria 4.0: Impactos na gestão de operações e logística**. 1. ed. São Paulo: Editora Mackenzie, 2019.

NGUYEN, T; NGUYEN, T; LE, N. Calibration of Conductivity Sensor using Combined Algorithm Selection and Hyperparameter Optimization: A Case Study. **IEEE**, 2018.

NUKALA, R; PANDURU, K; SHIELDS, A; RIORDAN, D; DOODY, P; WALSH, J. Internet of Things: A review from ‘Farm to Fork’. **IEEE**, 2016.

RIBEIRO, J.G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. W. M. Agricultura 4.0: Desafios à produção de alimentos e inovações tecnológicas. **Simpósio de Engenharia de Produção (SIENPRO) - Universidade Federal de Goiás (UFG)**, 2018.

SAMPAIO, Rosana F. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. 2007.

SANTOS, B.P. et al. **Internet das Coisas: da Teoria à Prática**. Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2016.

SEPEHRI, A.; CHU, Z.; REN, G.; SEPEHRI, N. Condition Monitoring of Industrial Machines Using Cloud Communication. **IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)**, p. 1318-1323, 2018.

SINGER, Talita. Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. **Simpósio em tecnologias digitais e sociabilidade**, v. 2, p. 1-15, 2012.

VALECCE, G.; STRAZZELLA, S.; RADESCA, A.; GRIECO, L. A. Solarfertilization: Internet of Things architecture for Smart Agriculture. **IEEE International**



**Conference on Communications Workshops (ICC Workshops), 2019.**

WAN, J; TANG, S; SHU, Z; LI D; WANG, S;IMRAN,M;VASILAKOS,AV.

SoftwareDefined Industrial Internet of Things in the Context of Industry 4.0. **IEEE SENSORS JOURNAL**, v .16, p. 7373- 7380, 2016.