



## Internet das coisas (IOT): um estudo exploratório em agronegócios Internet of Things (IOT): na exploratory study in agribusiness

Cainã L. Costa<sup>1</sup>, Letícia Oliveira<sup>2</sup>, Léia Michele S. Motta<sup>3</sup>

### Resumo

Um novo conceito de utilização da Internet, é denominada como Internet das Coisas (*IoT*), sendo uma maneira que interconecta os objetos físicos do nosso cotidiano na rede virtual. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo explorar a literatura atual sobre a Internet das Coisas (*IoT*) com aplicação no agronegócio. Esta revisão contextualizou um panorama das aplicações e contribuições teóricas indexadas na base de dados *Scopus*. Realizando um protocolo de pesquisa, obteve-se 21 artigos selecionados e analisados. A maior abordagem de temas foi na área de cadeia de suprimentos, onde a *IoT* se projeta como uma ferramenta promissora afim de interligar todas as etapas de produção agrícola. Ainda foi verificado que esta mesma ferramenta é capaz de gerenciar as tomadas de decisões, monitorar e atuar na atividade agrícola, na meteorologia e irrigação. Apesar de todas as vantagens do uso da *IoT*, alguns desafios ainda são recorrentes, como por exemplo, armazenagem em nuvem, aprimoramento da conectividade, aperfeiçoamento de sensores, autonomia energética dos dispositivos, etc.

**Palavras-chave:** Internet das coisas, agronegócio, agricultura de precisão.

### Abstract

*A new concept of Internet use is called Internet of Things (IoT), a way that interconnects the physical objects of our daily lives in the virtual network. Thus, this work aimed to explore the current literature on the Internet of Things (IoT) with application in agribusiness. This review contextualized a panorama of the theoretical applications and contributions indexed in the Scopus database. By conducting a research protocol, 21 articles were selected and analyzed. The major themes approach was in the supply chain area, where IoT is projected as a promising tool in order to interconnect all stages of agricultural production. It has also been verified that this same tool is able to manage decision making, monitor and act on agricultural activity, meteorology and irrigation. Despite all the advantages of using IoT, some challenges are still recurring, such as cloud storage, connectivity enhancement, sensor enhancement, device power autonomy, and so on.*

**Keywords:** Internet of things, agribusiness, precision agriculture.

## 1 Introdução

Nas últimas décadas houve um crescente avanço da *Internet*, tendo início como uma rede acadêmica e, posteriormente passou a ser uma rede global. A sua rápida evolução é marcada pelo fato de estar inserida a um sistema de comunicação aberto. Sendo responsável por movimentar diversas áreas do conhecimento abrindo oportunidades para novos serviços e conexões.

Não é possível falar da transformação da sociedade sem mencionar tal fenômeno, que hoje está em pauta nos principais diálogos da economia digital. Seu ritmo de crescimento é acentuado devido a infinidade de conteúdos e serviços, conduzindo a sociedade forçosamente a um mundo novo, onde o entretenimento, aprendizagem, trabalho, comércio e investigação científica recorrem a essa tecnologia (BRITO; CAMPOS; ALVES, 1999).

Um novo conceito de utilização da Internet, é denominada como Internet das Coisas (*IoT*). Esse termo foi empregado pela primeira vez no ano de 1999, por Kevin Ashton. A expressão ganhou vida quando o autor realizou uma apresentação para *Procter & Gamble (P & G)* integrando o uso de tecnologias de endereçamento de dados e sinais com a Internet. O objetivo de sua proposta era melhorar o fluxo dos produtos e informações sem a interferência direta do homem. Utilizando a tecnologia RFI (*Radio Frequency Identification*) foram observados ganhos significativos em cadeias logísticas, permitindo movimentações confiáveis

<sup>1</sup>Engenheiro de Produção/Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>1</sup> - costalimaeng@gmail.com<sup>1</sup>

<sup>2</sup>Administração/Universidade Federal do Rio Grande do Sul<sup>2</sup> - leticiaoliveira@ufrgs.br<sup>2</sup>

<sup>3</sup>Sistemas da informação/Faculdade Unyleya<sup>3</sup> - leia.michele@gmail.com<sup>3</sup>



e rápidas, além de sincronizar todos os agentes da cadeia por meio de informações compartilhadas. Atualmente sabemos que a *Internet* é totalmente dependente do ser humano para obter dados, porém é também uma ferramenta facilitadora, gravando e recuperando quantias significativas de dados do mundo físico (ASHTON, 2009).

De uma forma geral compreende-se por *IoT* a maneira com que objetos físicos do nosso cotidiano se interconectam na *web*, muitos destes equipamentos estão incorporados com inteligência ubíqua e são controlados pela Internet. Os avanços em tecnologias subjacentes permitiram que “coisas” possam ser identificadas, detectadas e controladas remotamente usando sensores e atuadores (FENG; LAURENCE; LIZHE, 2012). Acredita-se que a próxima revolução da *Internet*, a *IoT*, irá conectar, em tempo real, pessoas e objetos com a tecnologia operando invisivelmente nas tomadas de decisões que outrora eram do ser humano (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010). Como resultante estará a intensa integração da mesma no cotidiano da sociedade. Alguns dados preliminares estimam que atualmente o mundo implementou 5 bilhões de dispositivos inteligentes e a previsão para o ano de 2020 é que haverá 50 bilhões de objetos conectados (CHASE, 2013).

Para que a *IoT* se desenvolva é necessário o suporte de algumas tecnologias inovadoras, como, a identificação de radiofrequência (RFID), sensores, atuadores, telefones celulares, arquitetura de redes, protocolos, interoperabilidade e conexão sem fio são algumas das pedras angulares mais citadas neste processo que evolui continuamente (ATZORI; IERA; MORABITO, 2010; TAN, 2010). Salienta-se que estes componentes já trazem aplicações com grandes benefícios para a nossa sociedade. Entre as aplicações visíveis na atualidade essa tecnologia está inserida na *domótica*, no monitoramento remoto de pacientes, automação e fabricação industrial, logística, gerenciamento de negócios e processos e transporte inteligente de pessoas e bens (RITZ; KNAACK, 2017).

No setor do agronegócio, a *IoT* surge como um poderoso mecanismo favorável ao auxílio do controle de todos os níveis das cadeias alimentares. Uma ferramenta apta a unir a detecção e monitoramento da produção, analisar o desenvolvimento de culturas, controlar o desempenho zootécnico animal, avaliar o processamento de alimentos, prever e prevenir-se quanto as variáveis agrometeorológicas, inferir no controle de pragas e infecções e melhorar o conhecimento de ações e gestões agrônômicas, a uma tecnologia sofisticada de operação remota, e ainda, assegurar-se de uma melhor qualidade dos alimentos supervisionando a rastreabilidade e condições do embarque do produto (SUNDMAEKER et al., 2016).

Neste contexto, o objetivo geral deste artigo é apresentar um panorama sobre a *IoT* dentro do setor do agronegócio. Em específico, o estudo contextualiza as principais aplicações da *IoT* dentro de uma base de dados de relevância científica, apontando as principais percepções do setor e os desafios para o futuro.

## 2 Referencial Teórico

Como já mencionado proporcionar uma fluência entre produtos e informações sem a ação humana é um dos objetivos centrais da *IoT*. A concepção desses produtos em linhas gerais considera muitas “coisas” do ambiente físico como “*hardware*” atuadas por intermédio de codificações específicas denominadas de “*softwares*” oriundas do ambiente virtual. Para o tornar realidade é que pesquisadores das mais diversas áreas reúnem esforços em busca de soluções eficientes, precisas e que tragam ganhos econômicos significativos. Assim esse item irá brevemente expor as principais métricas utilizadas nesse processo.

A sua criação emergiu dos sistemas embarcados, microeletrônica, comunicação e sensoriamento remoto. Chamando a atenção tanto da indústria quanto da academia, os motivos pelos quais esses atores interagem pode ser explicado pela aplicabilidade diversificada nas atividades humanas. A extensão de objetos até a *Internet* é limitada e vem sendo desenvolvida



pela capacidade computacional de comunicação, ou seja, conectividade com a mesma. Um objeto já conectado permite ser controlado gerando conexões e troca de informações entre provedores de serviços (SANTOS, 2016).

Os principais métodos e ferramentas atualmente utilizadas na *IoT* para transferência e processamento de dados estão identificados em itens já definidos. Segundo Santos et al. (2016) a *IoT* necessita de um arranjo de múltiplas tecnologias que viabilizem a integração dos seguintes blocos:

**Computação:** é a parte ocupada por um sistema operacional de processamento como, por exemplo, processadores, micro controladores, que possuem a tarefa de executar os algoritmos locais nos objetos inteligentes;

**Serviços:** para o provimento de serviços destacam-se as áreas de *identificação, agregação de dados, colaboração inteligente e ubiquidade*. A primeira área é encarregada em mapear entidades físicas de interesse do usuário em entidades virtuais, tendo como exemplo, a unidade de um local físico com o seu valor, coordenadas de localização do sensor e ocasião da coleta. Responsável por coletar e sumarizar dados a segunda área de serviços necessita ser versátil para trabalhar com dados homogêneos e/ou heterogêneos captados dos objetos inteligentes. A terceira faz a decisão quanto reação a um determinado cenário imposto. Na última área de serviços ocorre a colaboração inteligentemente em momentos e lugares distintos em que sejam necessários.

**Semântica:** competência em extrair conhecimentos dos objetos na *IoT*. Descobre e usa informações a partir de recursos que sejam eficientes na *IoT*, o objetivo é determinar serviços com dados existentes. Para tanto, podem ser usadas diversas técnicas como *Resource Description Framework, Web Ontology Language* e *Efficient XML Interchange*.

**Identificação:** é reputado como a função de maior importância, já que a identidade única do objeto poderá conectá-lo ou não a *Internet*. As tecnologias mais encontradas são RFID, NFC (Near Field Communication) e endereçamento IP que são utilizadas para identificar objetos.

**Sensores/Atuadores:** a coleta é sua tarefa principal sobre o contexto onde os objetos se encontram e, em seguida, armazenam e encaminham esses dados para data *warehouse, clouds* ou centros de armazenamento. Atuadores podem manipular o ambiente ou reagir de acordo com os dados lidos.

**Comunicação:** diz respeito às diversas técnicas usadas para conectar objetos inteligentes. Também desempenha papel importante no consumo de energia dos objetos sendo, portanto, um fator crítico. Algumas tecnologias usadas são WiFi, Bluetooth, IEEE e RFID.

Identificados os itens primordiais as possibilidades de aplicações são infinitas, embora a interconectividade dos objetos com a *Internet* possua algumas restrições de processamento, memória, comunicação e energia. É da ordem natural dos objetos a heterogeneidade devido a divergência dos recursos para implementação. As questões teóricas e práticas mais demandadas estão em prever o endereçamento dos dispositivos e encontrar boas rotas de saída que sejam parcimoniosas as aptidões restritas dos objetos. É necessário então a adaptação dos protocolos existentes considerando que há paradigmas a serem superados para que a rede de objetos inteligentes atenda os padrões impostos pela rede global (LOUREIRO et al., 2003; CHAOUCHI, 2013).

### 3 Procedimentos Metodológicos

A metodologia empregada neste trabalho baseou-se em uma pesquisa exploratória no acervo de publicações da base de dados *Scopus*. A busca textual utilizou os termos chaves “*Internet of things*” e “*agri\**” delimitando-a aos campos de título, resumo e palavras-chaves. Essa seleção foi realizada com o intuito de investigar o papel da *IoT* dentro das atividades agrícolas. O protocolo de pesquisa restringiu-se a artigos publicados na subárea de agricultura



e ciências biológicas e escritos no idioma inglês sem restrição de período de tempo. A investigação foi realizada em junho de 2017. Ao todo foram encontradas 24 publicações dentro das especificações citadas, onde 3 delas foram descartadas por não apresentarem aplicações diretamente ligadas ao agronegócio. Os demais trabalhos foram utilizados na avaliação do estudo exploratório, conforme o Anexo 1.

#### 4 Resultados e discussão

O estudo exploratório dividiu-se em dois tópicos. O primeiro relaciona os artigos de implementação tecnológica e aplicação agrícola e o segundo de cunho teórico e estudo de caso.

##### 4.1 Internet das coisas (IoT): implementações tecnológicas nos agronegócios

Sarangi; Umadikar; Kar, (2016) avaliaram a possibilidade de interconectar doenças agrícolas informadas pelos produtores rurais à especialistas do ramo utilizando um sistema de autoatendimento, localizado na Índia, as tecnologias avançadas de *IoT* empregadas automatizaram as respostas das incidências. O sistema se mostrou eficiente em proporcionar a avaliação de doenças com o aconselhamento de especialistas. A arquitetura modular utilizada pelo *Wisekar* permite um dimensionamento rápido e de possível ampliação de sua base de dados.

Chen (2015) utilizou a *IoT* no sistema de rastreabilidade na cadeia de suprimentos alimentares. O autor relata a dificuldade de integração de todas as informações do setor produtivo que são individualizadas em cada uma das etapas contidas na cadeia. Foi proposto uma arquitetura de sistema de rastreamento inteligente, onde os problemas no ciclo de vida do produto são resolvidos e futuramente evitados, podendo ser acessados e solucionados remotamente.

Edwards-Murphy et al. (2016) desenvolveram uma tecnologia WSN (wireless sensor networks) heterogênea de cunho experimental que coletou dados de colmeias nos quesitos biológicos, meteorológicos e de engenharia. As avaliações ocorreram pelo método de aprendizado de máquina e foi concebida a análise automática das colmeias. Foram armazenados parâmetros de dispersão de gases (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, gases poluentes), temperatura, umidade relativa e estado de agitação. Após o processamento de dados foram classificados dez importantes comportamentos da colmeia pela correlação dos dados e confirmação de especialistas.

Xiao et al. (2015) propuseram um monitoramento de áreas agrícolas com câmeras de alta resolução que permitisse a transferência dos dados a grandes distâncias. O sistema de controle remoto possui sensores ligados a uma rede *Wi-Fi*. A *IoT* exerceu papel de gerenciadora das informações oriundas do circuito.

HUALONG et al. (2015) discutiram a problemática da medição dos parâmetros de condições ambientais individuais em aviários. Como solução, projetaram um sistema de múltiplos sensores com monitoramento inteligente que fosse capaz de acompanhar em tempo real parâmetros ambientais interligados numa única plataforma. Esse sistema com aplicação em *IoT* conseguiu avaliar de forma satisfatória variáveis como o ar, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> e H<sub>2</sub>S, as quais enquadram-se nas normativas sanitárias. Assim o projeto foi adequado e preciso podendo ser executado em outros tipos de criadouros.

Aplicando a mesma metodologia de sensores de gases em criadouros de animais citadas anteriormente, Duan; Ma; Liu (2015) acrescentaram em sua arquitetura *IoT* o vídeo monitoramento. O objetivo foi acompanhar a trajetória de suínos no ambiente de confinamento afim de verificar se alterações de emissões afetariam o bem-estar do animal, assim como, as suas características zootécnicas tendo como recurso a supervisão das imagens geradas.



Sawant; Durbha; Jagarlapudi (2017) e Yang; Zhang; Song (2015) para fornecer água as plantações sugeriram uma plataforma online, a qual pode ser acessada em um processo contínuo de registro de dados facilitando a tomada de decisão para diversos períodos de irrigação. A tecnologia *IoT* empregou sensores agrometeorológicos que registraram variáveis como temperatura do ar, do solo e umidade relativa em pontos específicos do cultivo de laranja. Os valores foram comparados com uma estação meteorológica comercial comprovando a eficácia do sistema. Assim a estrutura para irrigar foi automatizada seguindo os parâmetros de necessidade hidrológica do cultivo.

Zulkifli; Noor (2017) no mesmo objeto de pesquisa os autores utilizaram ferramentas semelhantes para reduzir o uso de água no cultivo. Sua metodologia diferencia-se do autor citado anteriormente porque além de empregar o sistema inteligente houve uma comparação com a técnica convencional de irrigação. Os resultados de sua pesquisa comparados com os métodos tradicionais indicaram que o sistema automatizado reduz aproximadamente em 50% o uso de água, além de reduzir custos com fiações, tubulações e mão de obra o que acaba otimizando o sistema produtivo.

Lu et al. (2015) estabeleceu um estudo capaz de maximizar a produção de frutas e vegetais, aplicando um sistema *IoT* na cadeia de abastecimento agrícola, afim de melhorar o nível de informação da mesma, aumentando o rendimento e qualidade da produção, reduzindo os custos e consequentemente uma melhor inserção no mercado.

Jiao et al. (2014) apuraram o crescimento e as informações do meio ambiente da cultura do tomate em estufas implementando um sistema com base na *IoT*, equipado com três camadas, a primeira de sensores, seguido da transmissão e aplicação. A estrutura modular inserida na experiência de campo, mostrou-se capaz de absorver informações sobre o meio ambiente para o crescimento deste cultivo, onde as mesmas foram gerenciadas remotamente demonstrando confiabilidade e estabilidade na compilação de dados através da transmissão de WSN.

Zhang et al. (2016) identificaram uma oportunidade de atuação da *IoT* na supervisão do comportamento de aves por se tratar de uma atividade corriqueira e importante na avicultura. Esta medida previne e evita a propagação de doenças. Os autores projetaram um mecanismo com técnicas sofisticadas de mineração de dados. As informações foram coletadas por um grupo de dispositivos RFID (radio frequency identification), um deles em formato de etiqueta foi colocado individualmente nas aves. A aplicação identificou comportamentos de alimentação, deslocamento e tempo de descanso. Como características únicas da pesquisa evidencia-se o monitoramento on-line de possíveis epidemias em aves, rapidez na identificação e atuação das doenças o que implica em baixa perda produtiva, além de ter um custo de implantação menor comparado as técnicas usuais.

Popović et al. (2017) pesquisaram uma nova visão para plataforma de *IoT* onde a arquitetura do sistema irá fundamentar-se em múltiplas e simultâneas visualizações, conforme as requisições de partes interessadas, englobando usuários finais, pesquisadores, desenvolvedores e gerentes de projeto. Atualmente existem algumas plataformas de *IoT* acessíveis no formato de serviços públicos, mas que ainda não atendem as especificidades da agricultura de precisão, assim o viés do artigo foi implementar um novo conceito para esta tecnologia utilizando na sua elaboração códigos abertos afim de proporcionar criações colaborativas e atender diversas necessidades. O estudo de caso já vem sendo implementado de forma prática combinando equipamentos que se interligam com informações externas, um exemplo é a utilização da placa eletrônica *Arduino* que recebe, processa e envia informações. Estas aplicabilidades estão em fase de captação e análises, embora já tenham sido testadas em pulverizações inteligente, irrigação e avaliação do ambiente marinho. O *feedback* dos agentes envolvidos será fundamental para o crescimento e término da prototipagem fase atual do referente estudo.



#### 4.2 Internet das coisas (*IoT*): abordagens teóricas e estudo de caso

Xin; Zazueta (2016) propuseram uma arquitetura com ferramentas para tomada de decisão onde os dados irão conectar os agricultores a conhecimentos teóricos. O projeto é uma alternativa diferenciada para produtores, a arquitetura proposta possui componentes de integração dos dados do ambiente físico aos dados institucionais, indicadores do gerenciamento da fazenda, soluções de *software* fundamentado em conhecimento de diferentes provedores e integração de serviços. Esta solução é disposta em nuvem de dados o que permite a integração de serviços, coisas e tecnologia de negócios a partir de qualquer localidade. Ambientes de nuvem híbridos mostraram-se promissores para integrar esses diferentes serviços e fornecer soluções agrícolas inteligentes para grandes e pequenos agricultores.

Barmounakis et al., (2015) descreveram uma plataforma B2B (*business-to-business*) aplicada ao setor agroalimentar. O objetivo era interligar de ponta a ponta as várias tecnologias de informação anteriormente isoladas conforme suas linhas funcionais, conectando todos os agentes do agronegócio. O documento conceitual descreveu todos os requisitos a serem abordados através da técnica B2B com foco no gerenciamento e controle da produção de hortifrutigranjeiro.

Lianguang (2014) desenvolveu um modelo SCOR (supply chain operations reference) de produtos agrícolas fundamentado em *IoT*, identificando as características da agricultura moderna e avaliando a implementação deste possível modelo. O autor ponderou as características essenciais da moderna agricultura, mapeou o cenário atual da logística dos produtos, analisou as principais tecnologias empregadas, e por fim, relatou a aplicação de um caso para alimentação de suínos, sinalizando as principais vantagens de gerir a logística utilizando tecnologias de informação.

Para corroborar com a infinidade de *softwares* que auxiliam a gestão da propriedade rural Kaloxylou et al. (2012) realizaram uma releitura das principais defasagens tecnológicas de suas aplicações. Os autores concluíram que as ferramentas atuais eram monolíticas, ou seja, solucionavam problemas de uma determinada atividade rural. Com o advento da *IoT* a tendência é que o produtor acesse plataformas multi propósito. Desta maneira, arquitetaram um sistema de gerenciamento de fazendas fornecendo um exemplo operacional de elementos autônomos e cognitivos do processo de gestão. Esta plataforma foi resultante de uma ampla análise de casos utilizados por pesquisadores e especialistas das áreas.

Stożek et al., (2016) pesquisaram as relações do uso específico da *IoT* na agricultura identificando as limitações tecnológicas e suas técnicas funcionais. O estudo foi um ensaio teórico distinguindo as vastas quantidades de dispositivos para *IoT* em uso, ou em desenvolvimento, categorizando-os com base em tipo, conectividade, local de implementação, etc. O autor constatou que uma das principais áreas de concentração da *IoT* foi no setor da agricultura, mas que ainda se encontra em fase de desenvolvimento.

Zecca; Rastorgueva, (2016) estudaram as relações assimétricas entre o mercado de alimentos e os consumidores. Sua pesquisa visou entender quais são os produtos de maior preferência dos clientes e o quanto eles estão dispostos a pagar para produtos certificados. Considerando os atributos dos produtos certificados e qual sua influência no quesito qualidade. Os mesmos relataram algumas formas externas que poderão ser implementadas a nível nacional, sendo a *IoT* a principal ferramenta pois consegue rastrear os alimentos certificados.

Verdouw; Beulens; Van der Vorst (2013) examinaram como o conceito de *IoT* pode melhorar a virtualização das cadeias que suprem o setor de floricultura. Os autores identificaram as principais perspectivas sobre o assunto na literatura e desenvolveram um quadro conceitual para análise de suas premissas utilizando como sistema básico de informação a conjuntura da *IoT*. Ainda no mesmo estudo tomou-se como base uma investigação da situação existente no comércio de flores da Holanda definindo os principais desafios futuros



da virtualização. O artigo apontou que no país em questão são grandes os progressos no uso desta tecnologia, incluindo transações on-line, leilão remoto, e plataformas comerciais virtuais.

Yan; Wang; Shi (2017) efetuaram uma pesquisa que abrange e discute os riscos da cadeia de abastecimento agrícola no âmbito da *IoT*, classificando esses riscos por meio da análise qualitativa. Foi utilizado um modelo matemático capaz de medir a proporção dos fatores de risco em uma pequena perspectiva. Algumas medidas poderão evitar o risco da cadeia de suprimentos agrícola embasada na *IoT*. As medidas consideraram a segurança das informações, acelerando a construção de uma infraestrutura, melhorando o envolvimento do governo e aumentando a fiscalização pela facilidade do compartilhamento de informações. A ideia dos autores é avaliar quantitativamente os fatores de risco com precisão nas operações. Assim poderá ser possível ajustar a estratégia de gerenciamento e, em tempo hábil, fortalecer o monitoramento de dispositivos de *IoT*, melhorando assim, a capacidade do gerenciamento destes riscos.

## 5 Conclusões

Este artigo revisou a literatura sobre *IoT* no agronegócio e fornece uma visão geral das aplicações existentes, tecnologias habilitadoras e principais desafios futuros. A área mais abordada foram as cadeias de suprimentos, seguido por gerenciamento de tomada de decisões, monitoramento agrícola, meteorologia e irrigação.

A predominância de artigos que tratam da cadeia de suprimentos pode ser explicada pela necessidade da integração de todos os elos produtivos e pela facilidade de alguma ferramenta inserir-se em uma etapa de produção e se conectar com a *IoT*. Porém, a revisão deixa claro que ainda há muito o que se desenvolver no sentido de interconexão, como por exemplo, ligar as informações da necessidade do consumidor final até o produtor primário.

A bibliografia consultada possui, em sua grande maioria, artigos e estudos exploratórios que oferecem plataformas de *IoT* desenvolvidas ou implementadas em pequenas escalas e em funcionalidades básicas. Esse estudo demonstrou que há uma tendência no desenvolvimento de ampliações de *IoT*s em diversos setores e abrangências. Nos artigos revisados percebe-se uma necessidade de controles produtivos por acessos remotos ou inteligentes, as ações dessa natureza decorrem por serem mais eficientes, seguras e de baixo custo.

Almeja-se que o *IoT* seja uma poderosa ferramenta que transformará o agronegócio em redes inteligentes de objetos conectados que sejam sensíveis ao contexto e possam ser identificados, detectados e controlados remotamente. E ao mesmo tempo, supra a carência de mão de obra no campo. Apesar de todas as vantagens do uso da *IoT*, os artigos mostram que ainda há muito o que evoluir, principalmente devido a necessidade do surgimento de melhores tecnologias subjacentes, como por exemplo, armazenagem em nuvem, aprimoramento da conectividade, aperfeiçoamento de sensores, autonomia energética dos dispositivos.

## Referências

ASHTON, K. That “Internet of Things” Thing. **RFiD Journal**, p. 4986, 2009.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. The Internet of Things: A survey. **Computer Networks**, v. 54, n. 15, p. 2787–2805, 2010.

BARMPOUNAKIS, S. et al. Management and control applications in Agriculture domain via a Future Internet Business-to-Business platform. **Information Processing in Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 51–63, 2015.

BRITO, P. Q.; CAMPOS, P.; ALVES, J. A. **O futuro da Internet: estado da arte e tendências**



de evolução. 1ª ed. Lisboa - Portugal: [s.n.].

CHASE, J. The Evolution of the Internet of Things. **Texas Instruments**, v. 1, n. February, p. 7, 2013.

CHEN, R. Y. Autonomous tracing system for backward design in food supply chain. **Food Control**, v. 51, p. 70–84, 2015.

CHAOUCHI, Hakima (Ed.). **The Internet of things: connecting objects to the web**. John Wiley & Sons, 2013.

DUAN, Y.; MA, L.; LIU, G. Remote monitoring system of pig motion behavior and piggery environment based on Internet of Things. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 31, p. 216–221, 2015.

EDWARDS-MURPHY, F. et al. B+WSN: Smart beehive with preliminary decision tree analysis for agriculture and honey bee health monitoring. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 124, p. 211–219, 2016.

FENG, X.; LAURENCE, T. Y.; LIZHE, W. Internet of Things. **International Journal of Communication Systems**, v. 25, n. 9, p. 1101–1102, 2012.

HUALONG, L. et al. Intelligent monitoring system for laminated henhouse based on Internet of Things. **Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 31, n. 2, p. 21–26, 2015.

JIAO, J. et al. Design of farm environmental monitoring system based on the internet of things. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 6, n. 3, p. 368–373, 2014.

KALOXYLOS, A. et al. Farm management systems and the Future Internet era. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 89, p. 130–144, 2012.

LIANGUANG, M. Study on supply-chain of modern agricultural products based on IOT in order to guarantee the quality and safety. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 6, n. 4, p. 520–526, 2014.

LOUREIRO, Antonio AF et al. Redes de sensores sem fio. In: **Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores (SBRC)**. sn, 2003. p. 179-226.

LU, C. et al. Study on the factors effect of adopting application in agricultural products supply chain. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 36–44, 2015.

POPOVIĆ, T. et al. Architecting an IoT-enabled platform for precision agriculture and ecological monitoring: A case study. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 140, p. 255–265, 2017.

RITZ, J.; KNAACK, Z. Internet of Things. **Technology and engineering teacher**, v. 76, p. 6, 2017.

SARANGI, S.; UMADIKAR, J.; KAR, S. Automation of Agriculture Support Systems using Wisekar: Case study of a crop-disease advisory service. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 122, p. 200–210, 2016.





SAWANT, S.; DURBHA, S. S.; JAGARLAPUDI, A. Interoperable agro-meteorological observation and analysis platform for precision agriculture: A case study in citrus crop water requirement estimation. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 138, p. 175–187, 2017.

SANTOS, Bruno P. et al. Internet das coisas: da teoria prática. **Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos**, 2016.

STOČES, M. et al. Agris on-line Papers in Economics and Informatics Internet of Things (IoT) in Agriculture -Selected Aspects. **AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics**, v. 1, n. 1, p. 83–88, 2016.

SUNDMAEKER, H. et al. Internet of Food and Farm 2020. **Digital and Virtual Worlds**, n. January, p. 129–152, 2016.

TAN, L. Future internet: The Internet of Things. **2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICAETE)**, p. V5-376-V5-380, 2010.

VERDOUW, C. N.; BEULENS, A. J. M.; VAN DER VORST, J. G. A. J. Virtualisation of floricultural supply chains: A review from an internet of things perspective. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 99, p. 160–175, 2013.

XIAO, D. et al. High resolution vision sensor transmission control scheme based on 3G and Wi-Fi. **Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering**, v. 31, n. 9, p. 167–172, 2015.

XIN, J.; ZAZUETA, F. Technology trends in ICT – towards data-driven, farmer-centered and knowledge-based hybrid cloud architectures for smart farming. v. 18, n. 4, p. 275–279, 2016.

YAN, B.; WANG, X.; SHI, P. Risk assessment and control of agricultural supply chains under Internet of Things. **Agrekon**, v. 56, n. 1, p. 1–12, 2017.

YANG, M. E. L. X.; ZHANG, M. E. L. W.; SONG, M. E. P. Q. Study on the factors effect of adopting application in agricultural products supply Chain. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 8, n. 1, p. 36–44, 2015.

ZECCA, F.; RASTORGUEVA, N. Trends and Perspectives of the Information Asymmetry Between Consumers and Italian Traditional Food Producers. p. 19–24, 2016.

ZHANG, F. Y. et al. Monitoring behavior of poultry based on RFID radio frequency network. **International Journal of Agricultural and Biological Engineering**, v. 9, n. 6, p. 139–147, 2016.

ZULKIFLI, C. Z.; NOOR, N. N. SCIENCE & TECHNOLOGY Wireless Sensor Network and Internet of Things (IoT) Solution in Agriculture. **Pertanika J. Sci. & Technol**, v. 25, n. 1, p. 91–100, 2017.

## Anexos

### Anexo 1 -Artigos utilizados para o estudo exploratório



	<b>Autores</b>	<b>Título</b>	<b>Ano</b>
1	Popovic et al.	Architecting na IoT-enabled platform for precision agriculture and ecological monitoring: A case study	2017
2	Sawant, S.; Durbha, S. S.; Adinarayana, J.	Interoperable agro-meteorological observation and analysis platform for precision agriculture: A case study in citrus crop water requirement	2017
3	Yan, B.; Wang, X.; Shi, P.	Risk assessment and control of agricultural supply chains under Internet of Things	2017
4	Zulkifli, C. Z.; Noor, N. N.	Wireless Sensor Network and Internet of Things (IoT) Solution in Agriculture	2017
5	Edwards-Murphy et al.	b+WSN: Smart beehive with preliminary decision tree analysis for agriculture and honey bee health monitoring	2016
6	Zecca, F.; Rastorgueva, N.	Trends and perspectives of the information asymmetry between consumers and italian traditional food producers	2016
7	Stoces et al.	Internet of Things (IoT) in Agriculture - Selected Aspects	2016
8	Sarangui, S.; Umadikar, J.; Kar, S.	Automation of Agriculture Support Systems using Wisekar: Case study of a crop-disease advisory servíc	2016
9	Feiyang et al.	Monitoring behavior of poultry based on RFID radio frequency network	2016
10	Xin, J.; Zazueta, F.	Technology trends in ICT - towards data driven farmer-centered and knowledge-based hybrid cloud architectures for smart farming	2016
11	Chen, R. Y.	Autonomous tracing system for backward design in food supply chain	2015
12	Barmounakis et al.	Management and control applications in Agriculture domain via a Future Internet Business-to-Business platform	2015
13	Hualong et al.	Intelligent monitoring system for laminated henhouse based on Internet of Things	2015
14	Yuyao, D.; Li, M.; Gang, L.	Remote monitoring system of pig motion behavior and piggery environment based on Internet of Things	2015
15	Lu et al.	Study on the factors effect of adopting application in agricultural products supply chain	2015
16	Yang, X.; Zhang, W.; Song, Q.	Research on saving irrigation control system based on things	2015
17	Deqin et al.	High resolution vision sensor transmission control scheme based on 3G and Wi-Fi	2015
18	Jiao et al.	Design of farm environmental monitoring system based on the internet of things	2014
19	Liangang, M.	Study on Supply-chain of Modern Agricultural Products Based on IOT in Order to Guarantee the Quality and Safety	2014
20	Verdouw et al.	Virtualisation of floricultural supply chains: A review from an Internet of Things perspective	2013
21	Kaloxylós et al.	Farm management systems and the feature internet era	2012