

## O uso da gestão do conhecimento na agricultura de precisão brasileira: uma investigação acerca do uso da *IoT*

Gisele Caroline Urbano Lourenço (Centro Universitário Cesumar - Unicesumar) [gisele\\_urbano@hotmail.com](mailto:gisele_urbano@hotmail.com)

Steffi Aline Stark Becker (Centro Universitário Cesumar - Unicesumar) [steffiabecker@gmail.com](mailto:steffiabecker@gmail.com)

Kesia Priscila Gentil (Centro Universitário Cesumar - Unicesumar) [kesia.gentil@gmail.com](mailto:kesia.gentil@gmail.com)

Rejane Sartori (Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação - ICETI.) [rejane.sartori@unicesumar.edu.br](mailto:rejane.sartori@unicesumar.edu.br)

Nelson Tenório (Instituto Cesumar de Ciência, Tecnologia e Inovação - ICETI / Universidade de Copenhague – Dinamarca / Universidade de Troyes - França) [nelson.tenoriojr@gmail.com](mailto:nelson.tenoriojr@gmail.com)

### Resumo:

Atualmente a internet das coisas (*IoT*) tem se apresentado como um apoio para algumas indústrias. Esse fato se dá pela facilidade que essa tecnologia oferece na comunicação entre diferentes dispositivos tecnológicos e maquinários. Dessa forma, no âmbito da agricultura tal realidade fez-se presente. Atualmente há várias empresas agrícolas que utilizam a tecnologia *IoT* para coletar dados no momento em que eles acontecem. Contudo, apesar dos dados facilitarem uma rápida tomada de decisão, esta não é devidamente armazenada, para ser utilizada em situações futuras. Portanto, este artigo tem como objetivo investigar como a GC pode contribuir para a agricultura de precisão para a tomada de decisões. Para tanto, foi realizada uma revisão da literatura acerca da GC, *IoT* e da agricultura de precisão, e entrevistas com dois desenvolvedores de software de uma empresa de produção de máquinas agrícolas com tecnologia *IoT*. Como resultado, foi observado que todas as informações coletadas com esses equipamentos necessitam ser recuperadas e armazenadas em um histórico de informações estruturada que permitam à tomada de decisão. Nesse sentido, os processos da Gestão do Conhecimento (GC) torna-se um importante componente para apoiar as decisões presentes e futuras a partir de uma base de conhecimento explícito. Finalmente, embora a agricultura de precisão tenha avançado na captura de dados por meio da *IoT*, ainda é necessário o conhecimento humano nas tomadas de decisão, por isso uma base de conhecimento torna-se essencial e aprimora o uso da *IoT* aplicado a agricultura.

**Palavras chave:** Agricultura; *IoT*; Gestão do Conhecimento.

## The knowledge management within Brazilian precision agriculture: an investigation of the *IoT* usage

### Abstract:

In modern industry the use of internet-based technology of things (*IoT*) has grown exponentially. This fact is due to the ease that this technology offers in the communication between different technological devices and machinery. In the field of agriculture was no different. Currently there are several farming companies that use *IoT* technology to collect data at the time they happen. However, although the data facilitate quick decision making, it is not properly stored for use in future situations. Therefore, this article aims to investigate how the KM can contribute to precision farming, in decision making based on explicit knowledge stored and structured. For that, a review of the literature on KM, *IoT* and precision agriculture, and interviews with two software developers of a company of agricultural machinery with *IoT* technology was carried out. As a result, it was observed that all information collected with such

equipment needs to be retrieved and stored in a structured information history that allows decision making. In this sense, the processes of Knowledge Management (KM) become an important component to support present and future decisions based on an explicit knowledge base. Finally, although precision agriculture has advanced data capture through *IoT*, human knowledge in decision making is still necessary, so a knowledge base becomes essential and improves the use of *IoT* applied to agriculture.

**Key-words:** Agriculture; *IoT*; Knowledge management.

## 1. Introdução

A tecnologia está presente em diversas áreas do cotidiano das pessoas, seja ela no âmbito pessoal, profissional ou acadêmico, ocasionando transformações que impactam e potencializam o crescimento econômico. Dessa forma, ela reflete um novo modo de desenvolvimento social, centrado na coleta de dados, na estruturação da informação e no uso do conhecimento. Nesse sentido, a agricultura brasileira vem acompanhando as transformações em dispositivos baseados em tecnologia, possibilitando então o progresso contínuo nesse setor.

Produzir de modo eficiente, isto é, potencializando os processos e minimizando o desperdício, é a premissa que norteia as atividades econômicas na atualidade. Isso é evidenciado na agricultura, que enfrenta o desafio de produzir alimentos para a população mundial, mesmo em circunstâncias de constantes transformações tanto econômicas quanto climáticas. Isso se torna um desafio ainda maior porque o atual panorama global é delicado, a população mundial está a caminho de chegar à marca de nove bilhões de pessoas em 2050 (LOPES, 2013). Assim, neste contexto, busca-se uma economia mais justa, em que a sustentabilidade é vista como uma primazia social universal (MASSRUHÁ; DE ANDRADE LEITE, 2016).

O uso tecnologia de *IoT* têm se destacado nas mais diversas áreas (e.g., segurança, telefonia, *wearables*), inclusive na agricultura. Isto porque a *IoT* dispõe de funcionalidades voltadas para o reconhecimento inteligente, localização, rastreamento e gerenciamento de vários dispositivos que trocam dados para gerar informação a todo instante. No Brasil, tal tecnologia tornou-se uma realidade em televisores *smart* (i.e., com aplicativos e conexão à internet); videogames que conectam jogadores de várias partes do mundo; câmeras de segurança com acesso por meio de smartphones etc. (LIMA, 2017). Tem ainda contribuído significativamente para o aperfeiçoamento da agricultura de precisão, a qual conta com a atuação de notáveis equipamentos que estão a campo coletando dados e compartilhando informações por meio de armazenamento em nuvem. Além desse maquinário especializado, tem-se na estrutura de agricultura de precisão no Brasil o uso de variados programas de softwares, dispositivos de uso *on-line* e aplicativos que podem ser acessados em modo *off-line* (CAMPANHOLA, 2005).

A agricultura é uma atividade que depende de circunstâncias, tanto econômicas como climáticas, onde uso de tecnologias para a monitoração da lavoura passa a ser essencial em todas as etapas do processo produtivo, desde a escolha da semente adequada ao solo, passando pela definição do defensivo e momento de sua aplicação até a colheita e venda do resultado da produção.

Dessa forma, entender como está o cenário de uso dessa tecnologia e desses dados é importante para o desenvolvimento de novas pesquisas e a identificação de lacunas. Entretanto, todos esses dados podem ser perdidos ou tornarem-se obsoletos se não forem armazenados e recuperados de forma adequada, com isso, um sistema de apoio à decisão pode ser adotado para auxiliar a análise de dados, pois um grande volume de dados dificulta a tomada de decisão imediata (CAGDAC; CATAY; BUDAK, 2004). Logo, o processo de captura, armazenamento, recuperação, compartilhamento e aplicação desses dados deve estar bem estabelecido para que

sejam utilizados pelos produtores agrícolas auxiliados por equipamentos que usam tecnologia *IoT*. Para tanto, os processos da Gestão do Conhecimento (GC) estabelecem uma administração sistematizada do conhecimento proveniente do processo de produção agrícola.

Takeuchi e Nonaka (2008) definem GC como um suporte para lidar com a criação, armazenamento, recuperação e compartilhamento de informações que devem ser utilizadas em práticas que aumentem a produtividade e colaborem para a tomada de decisão, mantendo assim o conhecimento organizacional. Dessa forma, utilizar a GC na agricultura juntamente com a *IoT* é favorável, pois contribui para que o agricultor ou gestor agrícola possa planejar, organizar e explicitar as informações da produção.

Desse modo, este artigo tem como objetivo investigar como a GC pode contribuir para a agricultura de precisão na tomada de decisões. Para tanto ele está organizado em cinco seções. Além desta introdução, na seção seguinte apresenta um cenário da agricultura de precisão no Brasil e a sua importância tanto para a produção nacional quanto para a internacional. A seção seguinte apresenta algumas das tecnologias utilizadas na atualidade pela agricultura de precisão com o intuito de inovar e aperfeiçoar a sua produção. Na sequência, são apresentadas diferentes formas de aplicação da *IoT* no cotidiano das pessoas, onde são mostradas as atuais funções da *IoT* em uma visão geral, na seção seguinte, é exposto o uso da gestão do conhecimento na *IoT*, onde são relacionadas às práticas da GC com a tecnologia *IoT*. Logo depois, são relatados os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa e na seção seguinte apresentados os resultados e as discussões. Por fim, a última seção traz as conclusões desta pesquisa, seguidas das referências bibliográficas utilizadas.

## 2. Referencial teórico

A agricultura de precisão tem crescido significativamente no Brasil em conjunto com o uso da tecnologia *IoT*. Entretanto o uso de tecnologias requer uma gerência da informação e, consequentemente, do conhecimento organizacional. Portanto, abaixo são apresentados um panorama da agricultura de precisão no Brasil, acompanhado dos conceitos de *IoT*. Ao final, é apresentada a relação existente entre a GC e a *IoT*.

### 2.1. Agricultura de precisão no Brasil

A agricultura de precisão refere-se a um sistema de manejo integrado de informações e tecnologias, baseado nos princípios de que a variabilidade espacial e temporal influencia nos rendimentos dos cultivos (EMBRAPA, 2018). Dessa maneira, ela permite traçar as zonas rurais e colabora na área agrícola. Bernardi *et al.* (2014) salientam que os fundamentos primários da agricultura de precisão tiveram início em 1929, nos Estados Unidos, contudo foi na década de 80 que esta prática se tornou popular por conta da evolução e difusão dos sistemas de posicionamento geográficos, sistemas de informações geográficas e monitoramento de colheita.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) afirma que, no Brasil, a agricultura de precisão tem crescido por meio da divulgação em eventos que reúnem empresas, produtores e pesquisadores (EMBRAPA, 2018). De acordo com a Embrapa, a adesão da agricultura de precisão no agronegócio brasileiro é pequena quando considerado o cenário tecnológico mundial. A propagação de dispositivos móveis, como *smartphones* e *tablets* com acesso à internet, permitem a elaboração de aplicativos com foco na agricultura, facilitando o acesso do produtor agrícola às informações de forma instantânea. Contudo, o governo brasileiro, por meio da Embrapa, tem procurado estimular o produtor agrícola a utilizar aplicativos que oferecem funcionalidades, inclusive sem a necessidade de conexão com a internet, como a de recomendações técnicas e a de instruções de manejo (EMBRAPA, 2018).

Dessa forma, os dados podem ser coletados quando o produtor tiver acesso à rede. Esse é o caso do aplicativo para *smartphone* ‘Doutor Milho’, desenvolvido pela própria Embrapa (EMBRAPA, 2018). Logo, observa-se no Brasil um esforço em oferecer aos produtores agrícolas aplicativos conectados à internet para apoiar as diversas etapas do processo de produção. Sendo assim, o cenário da agricultura é permeado por atributos peculiares, como, por exemplo, as localizações das propriedades rurais, porém o uso de aplicativos por meio de internet móvel contribuem para o acesso às informações e colaboram para a tomada de decisão.

De acordo com Cirani e Moraes (2010) o foco da agricultura de precisão é o gerenciamento da viabilidade espacial, onde fatores econômicos são considerados, tais como o uso de insumos e os impactos sobre o meio ambiente. Essas informações permitem ao gestor agrícola a possibilidade de tomar uma decisão assertiva quanto a sua produção. Com esse foco, a agricultura de precisão pode ser definida como uma nova forma de gerenciar a produção agrícola que vai além da mera informatização do ambiente agrícola, tendo por objetivo a otimização de todo o processo produtivo (SWINTON; DEBOER, 1998). No Brasil, a agricultura atravessa um momento de significativa evolução no processo de modernização do sistema produtivo. Tais mudanças envolvem tanto as práticas agropecuárias aplicadas quanto o modo de coordenar as ações e dinâmicas rurais. Neste contexto, a tecnologia tem sido aplicada com êxito nas fazendas, automatizando atividades de contabilidade, controle de estoque e de máquinas, além da gestão de recursos humanos (MEIRA *et al.*, 1996). Portanto, observa-se que a agricultura de precisão no Brasil está em crescente desenvolvimento. Dessa forma, fazem-se necessários tecnologias que suportem tais mudanças. Para tanto, surge a *IoT* como um apoio para a agricultura.

## 2.2. A *IoT* na agricultura

Algumas das tecnologias da informação e comunicação (TICs) estão sendo utilizadas para favorecer o agronegócio. Diversas ferramentas apoiadas em TICs dão suporte a sistemas baseados em conhecimento, sistemas de suporte a decisão, sistemas de rastreamento de satélites e modelos integrados em tecnologia do campo. No segmento do campo e da lavoura, ressalta-se o sistema de irrigação inteligente, a rede de sensores locais para o mapeamento de solos, o monitoramento de doenças e de variáveis meteorológicas (MASSRUHÁ, 2015).

A *IoT* surgiu dos diversos progressos das áreas de sistemas envolvendo microeletrônica, comunicação e sensoriamento, o que lhe confere alto potencial de uso nas mais diversas áreas de atividade humana. Ela funciona como uma evolução da internet atual, sendo que por meio da conexão à rede mundial de computadores permite controlar remotamente os objetos utilizados no dia-a-dia, ou seja, ela existe no ato de conectar objetos à internet através de diferentes dispositivos e recursos de rede (SANTOS *et al.*, 2016). A *IoT* é permeada por processos pré-definidos e informações que facilitam a execução de tarefas do dia a dia das pessoas, propiciando economia de tempo e resultados mais eficazes (LIMA, 2017). Tal eficiência chegou ao âmbito dos negócios, pois como afirmam Sacilotti *et al.* (2016), essa tecnologia proporciona aos usuários uma fundamentação justificada das escolhas, proporcionando então a velocidade e a precisão na tomada de decisão. Os benefícios são possíveis pela disposição das informações obtidas por meio da utilização da *IoT*. Com o aumento da população mundial é importante que os indivíduos se tornem gerenciadores da terra e dos recursos que nela existem, e nesse sentido, a evolução da *IoT* para a coleta, análise e distribuição de dados, aliada à forma das pessoas de processarem informações, poderá promover à humanidade a sabedoria e os conhecimentos indispensáveis para a prosperidade das próximas décadas e séculos (EVANS, 2011).

As novas vertentes indicam que o agronegócio brasileiro requer o uso de novas tecnologias, a fim de gerenciar dados, informações e conhecimentos, envolvendo todas as etapas da esfera produtiva, e para tal, faz-se necessário o uso de uma infraestrutura que conecte o mundo digital e físico (MASSRUHÁ, 2015). Nesse contexto, a *IoT* tem avançado nessa área oferecendo-se como uma opção que tende a melhorar o aproveitamento dos recursos em diversas etapas da produção agrícola. Assim, essa tecnologia vem sendo utilizada para disponibilizar recursos de comunicação, oportunidades na participação de novas pesquisas e criação de softwares.

A tentativa de melhorar a agricultura de precisão brasileira tem envolvido diversos recursos digitais, além disso, as inovações tecnológicas têm sido testadas pouco a pouco em meio à realidade prática das fazendas, o que tem outorgado à tecnologia maior envolvimento nas práticas cotidianas agrícolas (BATISTA, 2016). Em vista disso, de acordo com Santos *et al.* (2003), a agricultura de precisão antevê o aproveitamento das variações do espaço e dos componentes do meio físico, o que, voltada para a produtividade agrícola, contribui para a distribuição adequada de insumo, suavizando imprevisíveis danos ao meio ambiente.

Cirani e Moraes (2010) argumentam que o mercado global requer das empresas renovações que permitam a transformação industrial brasileira. Tal renovação é possível somente por meio de adoção de novas tecnologias, dessa forma, é possível alavancar a economia e melhorar a colocação do país no mercado mundial. Ainda, a adoção de tecnologias de agricultura de precisão no cultivo brasileiro tem se tornado cada vez mais indispensável para que as lavouras sejam mais produtivas e necessárias para buscar a liderança do país na produção agrícola. No Brasil, existem diversas iniciativas que visam estimular a modernização da agricultura e para tal tem sido feita a adoção da tecnologia agrícola, além de pesquisas científicas envolvendo a agricultura. Há ainda diversos movimentos neste mesmo sentido expostos em páginas *on-line*, como *blogs* e *sites*, que visam esta discussão, como no caso do *site* Rede Agricultura de Precisão, que abrange o tema de modo muito abrangente e explicativo. Essa rede tem em torno de quinze áreas de experimento espalhadas pelo Brasil nas regiões Nordeste, Centro-oeste, Sul e Sudeste; acompanha plantações anuais de milho, soja, trigo, arroz irrigado e algodão, e plantações perenes de eucalipto, pinus, uva, pastagem, cana-de-açúcar, laranja, maçã e pêssego (EMBRAPA, 2018). Diante desse cenário, o Brasil e a Embrapa são considerados referências em soluções tecnológicas na agricultura tropical uma vez que o país está entre os líderes mundiais na produção e exportação de diversas mercadorias agropecuárias (EMBRAPA, 2018).

Dessa forma, no Brasil, a *IoT* está embarcada em aplicações para a agricultura de precisão. Isso tem possibilitado ao país não somente conquistar espaço nas lavouras e práticas agrícolas das fazendas, como também no meio acadêmico, sendo tema de pesquisas direcionadas ao desenvolvimento da agricultura de precisão com o uso de tecnologias recentes.

### 2.3. A gestão do conhecimento e a *IoT*

Visando a melhoria de processos, muitas organizações vêm buscando aplicar as práticas da Gestão do Conhecimento às suas atividades administrativas e gerenciais, pois essas, podem contribuir significativamente para a otimização das atividades presentes e futuras. De acordo com Wiig (1999), a GC é definida pela construção, renovação, aplicação sistemática, explícita e deliberada do conhecimento. O conhecimento está por trás de todas as atividades realizadas, isto é, em cada processo ou produto criado em uma organização (WIIG, 1997). Nesse contexto é necessário distinguir os dois tipos de conhecimento existentes, o tácito e o explícito. O conhecimento tácito é aquilo que é difícil colocar em palavras, desenhos, isto é, difícil de expressar, caracterizado pelo saber individual. Já o conhecimento explícito representa o conteúdo que foi capturado de modo tangível, podendo ser em documentos, áudios, imagens

(DALKIR, 2011). Ambos os conhecimentos, caso não sejam renováveis, tornam-se obsoletos, portanto é necessário que exista um processo contínuo.

Nonaka e Takeuchi (2008) propõem o modelo SECI (Socialização, Externalização, Combinação e Internalização), que é embasado na conversão dos conhecimentos tácito e explícito. Assim, a organização cria e consome o conhecimento continuamente a partir das quatro formas de interação dinâmicas, que dialogam entre si e, ainda, com todos os seus processos. A Socialização é descrita pela conversão do conhecimento tácito para o conhecimento tácito. Nesse processo da espiral é marcado pela aquisição de conhecimento por meio da experiência, que comumente é compartilhada. A Externalização é caracterizada pela conversão do conhecimento tácito em conceitos explícitos, sendo fundamentada em conceitos e hipóteses. A combinação é o processo pelo qual o conhecimento explícito é combinado com outros conhecimentos. Isso acontece por meio da troca de documentos, reuniões, ou redes de comunicação computadorizada. Como pode ser percebido, este processo é marcado pela comunicação, difusão e sistematização do conhecimento. Por fim, a Internalização estabelece a conversão de conhecimento explícito em conhecimento tácito, ocorrendo a incorporação e aplicação do conhecimento adquirido. Este processo é marcado pelo aprendizado orientado por experiências práticas ou por documentos ou manuais. Assim, essas quatro formas de conversão do conhecimento devem ser gerenciadas de modo cíclico dentro da organização, a fim de se tornar uma espiral para o aprimoramento contínuo do conhecimento organizacional (TAKEUCHI; NONAKA, 2008; NONAKA; TAKEUCHI, 2004).

Tendo em vista que a base do modelo SECI é o compartilhamento do conhecimento e, por isso, o conhecimento, para ser compartilhado, depende de um adequado armazenamento de informações a fim de que, quando acessadas, possam se tornar úteis para eventuais decisões (WIIG, 1993), torna-se relevante a adoção de sistemas de apoio a decisão, pois facilitam a sistematização das informações para posterior análise. Nesse contexto, Kostov, Kotevska e Atanasovski (2017) propõem uma funcionalidade para sistemas de decisão que colabora para a recuperação precisa das informações armazenadas. Segundo os autores, é possível eliminar grande parte dos resultados da busca, trazendo apenas àqueles que contêm mais significância para o termo procurado na pesquisa. Além disso, utilizam-se sistemas de buscas a fim de promover o fluxo do conhecimento, proporcionando que as pessoas troquem informações e experiências (DALKIR, 2011). Ademais, um sistema de apoio à decisão pode ser adotado para auxiliar a análise de dados, pois um grande volume de dados dificulta a tomada de decisão imediata (CAGDAC; CATAY; BUDAK, 2004). O entendimento da área de domínio para decisão é fundamental para que a pessoa atue de maneira rápida e objetiva sob as informações (BECERRA-FERNANDEZ; SABHERWAL, 2014). Dessa maneira, a tomada de decisão bem fundamentada pode evitar erros e coordenar ações mais favoráveis, possibilitando poupar tempo e realocar recursos de maneira estratégica (WIIG, 1993). Para tanto, toda escolha deve ser passível de interpretação, sendo devidamente fundamentada (CHOO, 2003) e mesmo com o apoio de sistemas de decisão, as pessoas devem ter compreensão básica para a tomada de decisão fundamentada. Portanto, investigar a contribuição da GC para o uso da *IoT* é relevante, haja vista que ela auxiliar na análise de dados produzidos e armazenados por dispositivos *IoT*. É fato que há grande dificuldade de se tomar decisões imediatas diante de um grande volume de dados e, assim, as decisões tomadas pelos usuários na agricultura devem ser pautadas em dados expressivos, armazenados e recuperados para fundamentar futuras tomadas de decisão.

### 3. Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto nesta pesquisa, foi realizada uma revisão de literatura acerca da agricultura de precisão no Brasil, *IoT* e GC. A pesquisa bibliográfica foi efetuada em

diferentes bases científicas digitais como a *Emerald*, *Web of Science*, Portal de Periódicos da CAPES e Sistema Integrado de Bibliotecas Universidade de São Paulo (SIBI). Para tanto, foram pesquisadas palavras-chave em língua portuguesa, sendo elas: ‘internet das coisas’, ‘agricultura de precisão’, ‘agronegócio brasileiro’, ‘agricultura de precisão no Brasil’ e ‘gestão do conhecimento’. Igualmente, foram pesquisadas palavras-chave em língua inglesa, sendo: ‘IoT’, ‘internet of things’, ‘precision agriculture’, ‘precision agriculture in brazil’ e ‘knowledge management’.

Quanto aos procedimentos técnicos, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental e de campo. A amostra documental é resultado de uma coleta efetuada junto a uma empresa brasileira de produção de máquinas agrícolas, com atuação tanto nacional quanto internacional. Os dados referentes ao número de pessoas utilizando IoT nas fazendas, maquinários em ação nas lavouras, além de dados percentuais e quantificações em relação ao armazenamento de dados na nuvem foram adquiridos por meio de entrevista realizada com os responsáveis por tais informações da referida empresa e obedecendo a um protocolo semiestruturado previamente estabelecido pelos pesquisadores. O objetivo da entrevista foi o de investigar o uso do IoT na agricultura de precisão e entender como os elementos tecnológicos auxiliam a tomada de decisão de seus usuários. Assim, as entrevistas foram realizadas no mês de março de 2018, por videoconferência, em que dois dos pesquisadores entrevistaram dois desenvolvedores de software baseado em IoT da empresa selecionada para este estudo. As entrevistas foram gravadas com autorização prévia dos participantes e elas foram devidamente transcritas palavra-por-palavra por um dos pesquisadores.

O material empírico coletado foi analisado por meio da codificação de temas que surgiram durante a entrevista relacionados à tecnologia IoT, à tomada de decisão e à agricultura de precisão no cenário brasileiro.

#### 4. Resultados e discussão

Diante das respostas dos entrevistados é observável que os dados do maquinário são coletados e em determinado momento são enviados para serem armazenados em nuvem com a utilização da tecnologia IoT. Nesse sentido, o desenvolvedor A, um dos responsáveis pela tecnologia da empresa, comentou que “os dados são armazenados [...] até que o maquinário [trator, plantadeira] tenha uma conexão com a internet e assim envie os dados para nuvem.

Tal armazenamento é realizado por meio de um banco de dados em nuvem, que armazenam as informações para que os clientes possam, posteriormente, ter acesso. A vantagem de ter as informações devidamente armazenadas em bancos de dados é a facilidade da sua recuperação, isto é, quando organizadas nas bases de dados, as consultas tornam-se simples, permitindo agilidade no processo de busca (KOSTOV; EKOTEVSKA; ATANASOVSKI, 2017). Por sua vez, as informações armazenadas nos bancos de dados, se não forem gerenciadas de forma correta, perdem o seu valor na tomada de decisão. Nesse sentido, Wiig (1993) destaca que o conhecimento deve ser útil para ser aplicado, isso significa que deve ser benéfico no sentido de apoiar a gestão desse conhecimento na organização.

Choo (2003) salienta a necessidade de que as pessoas entendam que todo conhecimento presente nas organizações deve fomentar a tomada de decisão e nortear os melhores resultados. Para a tomada de decisão de modo coerente e fundamentada pode-se contar com o apoio da GC, que está pautada na capacidade da organização em desenvolver competências e capacidade inovadora que resulte constantemente em novos produtos, processos, tecnologias, mercados e práticas organizacionais, com o propósito de gerar diferenciais competitivos (BECERRA-FERNANDEZ; SABHERWAL, 2014). Isso posto, embora diferentes dispositivos que utilizam

a tecnologia *IoT* realizem o armazenamento em bancos de dados para que sistemas possam auxiliar a tomada de decisão, não armazenar a decisão tomada, i.e., o conhecimento explícito da decisão, pode criar a dependência de um conhecimento único e sistêmico. Conhecimento único porque ele estará intrinsecamente relacionado ao conhecimento de uma pessoa e sistêmico porque haverá a alta dependência dos dados do sistema e de suas possíveis diferentes interpretações, que variam conforme a experiência de cada tomador de decisão. Reforçando esse raciocínio, nota-se que quando questionados sobre como a coleta dos dados seria útil para o usuário, o desenvolvedor B respondeu: [Com os dados] “É possível acompanhar o ‘horímetro’ para agendamento de revisões, acompanhar se o operador está plantando com a máquina com velocidade alta, pois o plantio não pode passar de certa velocidade para garantir sua qualidade.”. Portanto, de acordo com o desenvolvedor B o uso da tecnologia aumenta a produtividade e também proporciona dados que possibilitam a rápida e precisa tomada de decisão

Para Dalkir (2011) as tomadas de decisão devem estar baseadas em conhecimentos completos que possibilitem uma escolha pautada em decisões justificáveis. Nesse contexto, nota-se que a *IoT* atende muito bem as demandas operacionais e tomadas de decisão sobre tais demandas, como velocidade de plantio, quantidade correta, dentre outros fatores. Isso quer dizer que a tecnologia ainda é dependente do conhecimento individual acerca dos dados armazenados e das informações mostradas nos monitores dos maquinários, reforçando a ideia de que a tomada de decisão é pautada com base nas informações obtidas pela tecnologia *IoT*, não capturando o conhecimento do indivíduo para futuras tomadas de decisão. Assim, observa-se que apesar da máquina tomar algumas decisões, ainda é necessário que uma pessoa intervenha em situações imprevistas, pois a máquina trabalha com ações pré-estabelecidas, i.e., em situações inesperadas ela pode falhar, pois não sabe qual decisão tomar. Nesse cenário, Cagdac, Çatay e Budak (2004) reforçam que apesar das máquinas conseguirem tomar decisões, um dos maiores desafios a serem superados é a flexibilidade em relação a essas situações. Tal flexibilidade nas ações em ocorrências inesperadas é uma capacidade inerente do ser humano. Esse fato ocorre uma vez que os seres humanos possuem a capacidade de recuperar dados, analisar informações e convertê-los em conhecimento para realizar ações práticas.

Essa capacidade de transformar as informações em conhecimento é descrita pelo processo de internalização (NONAKA; TAKEUCHI, 2004). Por exemplo, quando o administrador de uma fazenda compartilha a sua experiência fundamentada nas informações geradas por um sistema e que foram internalizadas por essa pessoa, é possível tomar ações de modo preciso, sendo descrito pelo processo de socialização (NONAKA; TAKEUCHI, 2008). Sobre isso o desenvolvedor A comentou que “os clientes (administradores da fazenda) também têm acesso [...] a temperatura do motor passe de 90°C e ele pode notificar o operador da máquina (Desenvolvedor A). Nesse caso, se alguma função da plantadeira não estiver em pleno funcionamento, o administrador da fazenda tem a possibilidade de informar o operador da máquina, e essa informação é então compartilhada de indivíduo para indivíduo. Além disso, todos os dados obtidos no armazenamento ficam disponíveis para outros membros, de modo a tornar o conhecimento externalizado, tornando-o disponível para todos os envolvidos na tarefa que a máquina está executando. Todo esse processo, previsto no modelo SECI como uma espiral, amplifica-se organizacionalmente, integrando-se à rede de conhecimento da organização (NONAKA; TAKEUCHI, 2008). Entretanto, a *IoT* embarcada nesse maquinário ainda não captura esse conhecimento de forma a estruturá-lo para futuras tomadas de decisão, o que dificulta a criação do conhecimento organizacional, uma vez que ele está em cada pessoa envolvida em sua tarefa.

Portanto, todo esse maquinário oferece para o agricultor facilidades para a tomada de decisão no âmbito operacional. Entretanto, novas funcionalidades podem ser agregadas a essas

tecnologias para que o conhecimento implícito possa ser devidamente explicitado de forma a criar novos conhecimentos, como sugere o modelo SECI. Esse conhecimento devidamente armazenado e recuperado torna-se uma poderosa ferramenta para tomadas de decisão fundamentadas em conhecimentos anteriores. Isso aprimora o uso do conhecimento e torna a *IoT* uma ferramenta tecnológica ainda mais relevante para o cenário da agricultura de precisão brasileira.

## 5. Conclusão

Este artigo teve o objetivo de investigar como a GC pode contribuir para a agricultura de precisão na tomada de decisão fundamentada em conhecimento armazenado e estruturado em uma base de conhecimento. Para tanto, foi realizada uma revisão da literatura acerca do tema em diversas bases digitais científicas e conduzida uma entrevista com dois desenvolvedores de software de uma empresa que produz maquinários com tecnologia *IoT* embarcada. Observou-se que, embora todas as informações coletadas pela tecnologia *IoT* desses maquinários seja importante para apoiar a tomada de decisão, deve-se realizar também o registro das decisões tomadas pelos usuários para se evitar o conhecimento único e sistêmico. Diante desse contexto, é importante disponibilizar meios para que o conhecimento das pessoas seja explicitado para todos os envolvidos no processo de produção agrícola, proporcionando o uso do conhecimento de forma coletiva, conforme sugere a GC. Portanto, apesar de todas as informações que uma máquina possa coletar, ainda não há como essa tecnologia criar conhecimento e tomar decisões como um ser humano.

Como trabalhos futuros, pretende-se investigar com mais profundidade os desafios em armazenar conhecimento proveniente da tomada de decisão, para compor uma base de dados de conhecimento sólida que apoie a tecnologia *IoT*, podendo, então, ser utilizada por todos os envolvidos no processo de produção agrícola.

## Referências

- BATISTA, N. S.** *Diversificação de cultivos de hortaliças associada ao uso de insumos para a fertilidade do solo, em sistema orgânico de produção*. 2016. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BERNARDI, A. D. C.; NAIME, J. D. M.; RESENDE, A. D.; INAMASU, R. Y.; BASSOI, L.** *Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar*. Embrapa Instrumentação-Livro técnico (INFOTECA-E), 2014.
- CAMPANHOL A. C.** *Avanços na pesquisa agropecuária brasileira*. Revista USP, n. 64, p. 68-75, 2005.
- ÇAGDAÇ A. M.; ÇATAY, B.; BUDAK, E.** *A decision support system for machine tool selection*. Journal of Manufacturing Technology Management, v. 15, n. 1, p. 101-109, 2004.
- CIRANI, C. B. S.; MORAES M. A. F. D.** *Inovação na indústria sucroalcooleira paulista: os determinantes da adoção das tecnologias de agricultura de precisão*. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 48, n. 4, p. 543-565, 2010.
- CHOO, C.** *A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões*. Senac São Paulo, 2003.
- DALKIR, K.** *Knowledge management in theory and practice*. Cambridge, MA: MIT Press, 2011.
- EMBRAPA**, *Instrumentação Agropecuária. Agricultura de Precisão*. Disponível em: <<https://www.macroprograma1.cnptia.embrapa.br/redeap2>>. Acesso em: 16 abr. 2018.
- ESQUERDO, J. C. S.; MACÁRIO, C. D. N.; ANTUNES, J.; SILVA, J.; COUTINHO, A.** *Tecnologias da informação aplicadas aos dados geoespaciais*. Embrapa Informática Agropecuária-Capítulo em livro científico (ALICE), p.139-16, 2014.

EVANS, D. *A Internet das Coisas*. San José: Cisco IBSG, 2011.

FARIAS, P. R. S.; NOCITI, L. A. S.; BARBOSA, J. C.; PERECIN, D. *Agricultura de precisão: mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geoestatística*. Revista Brasileira de Fruticultura, p. 235-241, 2003.

KOSTOV, M.; KOTEVSKA, E.; ATANASOVSKI, M. *MRA Based Efficient Database Storing and Fast Querying Technique*. TEM Journal, v. 6, n. 1, p. 143, 2017.

LIMA, W. D. *A Internet das Coisas*. Tecnologias em Projeção, v. 8, n. 2, p. 67-78, 2017.

LOPES, M. A. *Sistema de Inteligência Estratégica para a Agropecuária Brasileira*. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento: Agropensa, 2013.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; DE ANDRADE LEITE, M. A. *Agricultura digital*. Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, v. 2, n. 1, p. 72-88, 2016.

MASSRUHÁ, S. M. F. S. *O papel na agricultura*. AgroANALYSIS, v. 35, n. 9, p. 29-31, 2015.

MEIRA, C. A. A.; MANCINI, A. L.; MAXIMO, F. A.; FILETO, R.; MASSRUHÁ, S. M. F. S. *Agroinformática: qualidade e produtividade na agricultura*. Cadernos de Ciência & Tecnologia, v. 13, n. 2, p. 175-194, 1996.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. *Criação de conhecimento na empresa*. Elsevier Brasil, 2004.

SABHERWAL, R.; BECERRA-FERNANDEZ, I. *Knowledge Management Systems and Processes*. New York, NY: ME Sharpe, 2010.

SACILOTTI, A. C.; JUNIOR, J. R. M.; SACILOTTI, R.; RODRIGUES, A. *A internet das coisas e as energias renováveis*. IX Simpósio Nacional ABCiber. São Paulo, 2016. p. 1-17.

SANTOS, A. O.; PALLONE FILHO, W. J.; UNGARO, M. R.; LINO, A. C.; RADIN, B. *Prospecção de zonas potenciais para manejo diferenciado em agricultura de precisão utilizando-se padrões de solo-planta-clima*. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 2003.

SANTOS, B. P.; SILVA, L. A.; CELES, C. S.; BORGES, J. B.; NETO, B. S. P.; VIEIRA, M. A. M.; LOUREIRO, A. A. *Internet das coisas: da teoria à prática*. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2016.

SILVA, C. B.; DO VALE, S. M. L. R.; PINTO, F. A.; MÜLLER, C. A.; MOURA, A. D. *The economic feasibility of precision agriculture in Mato Grosso do Sul State, Brazil: a case study*. Precision Agriculture, v. 8, n. 6, p. 255-265, 2007.

SWINTON, S. M.; LOWENBERG-DEBOER, J. *Evaluating the profitability of site-specific farming*. Journal of Production Agriculture, Madison, v. 11, n. 4, p. 439-446, 1998.

TAKEUCHI, H.; NONAKA, I. *Gestão do conhecimento*. São Paulo: Bookman editora, 2008.

WIIG, K. M. *Introducing knowledge management into the enterprise*. Knowledge management handbook, v. 1, 1999.

WIIG, K. M. *Knowledge management: Where did it come from and where will it go?* Expert systems with applications, v. 13, n. 1, p. 1-14, 1997.

WIIG, K. M. *Knowledge Management Foundations: Thinking About Thinking-How People and Organizations Create, Represent and Use Knowledge*, Arlington, Texas, 1993.