

O USO DA INTERNET DAS COISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA AGRICULTURA

THE USE OF THE INTERNET OF THINGS FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE

¹ Priscilla Mendes dos Santos; ¹ Túlio Edson Souza da Silva

¹ Faculdade de Integração do Sertão – FIS, Serra Talhada-PE, Brasil.

Resumo

A inovação, diante dos desafios ambientais, significa mais que a busca por soluções para problemas, mas sim vislumbrar oportunidades. Nesse contexto, a Internet das Coisas – IoT surge como um mecanismo que proporciona a velocidade exigida pela complexa estrutura agrícola moderna, em especial, no manejo das culturas de importância agrícola, na qual a geração de conhecimento vai além de simples ambientes conectados, trazendo inúmeros benefícios, dentre eles a economia de recursos e eficiência nos processos. O presente artigo tem como objetivo desenvolver tecnologias a fim de atender as necessidades dos técnicos e tomadores de decisão para o uso eficiente da água nos sistemas de irrigação agrícola. Para tanto, foi desenvolvido o hardware e software, e posteriormente foi implantado em áreas de cultivo localizadas em Cristalina, no estado de Goiás. O sistema foi instalado em um pivô central, que enviará informações sobre seu funcionamento e dados de interesse agrônômico para um servidor instalado no escritório da área experimental. A partir dos dados coletados foram geradas informações importantes no auxílio à tomada de decisão. Os benefícios da integração da inovação, tecnologia e da internet das coisas oferecerá aos produtores, pesquisadores e demais envolvidos no setor agrícola um maior controle do sistema, na qual proporcionará redução do consumo de água e energia, e uma nova forma de tomada de decisão, a partir de informações precisas, com maior confiabilidade e a velocidade exigida pelo setor.

Palavras- Chave: Agricultura sustentável. Inovação e desenvolvimento. Monitoramento de irrigação.

Abstract

Innovation, faced with environmental challenges, means more than the search for solutions to problems, but instead sees opportunities. In this context, the Internet of Things - IoT emerges as a mechanism that provides the speed required by the complex modern agricultural structure, especially in the management of crops of agricultural importance, in which the generation of knowledge goes beyond simple connected environments, bringing innumerable benefits, including resource savings and process efficiency. The present article aims to develop technologies to meet the needs of technicians and decision makers for the efficient use of water in agricultural irrigation systems. In order to do so, the hardware and software was developed and later implemented in crop areas located in Cristalina, in the state of Goiás. The system was installed in a central pivot, which will send information about its operation and data of agronomic interest to a server installed in the experimental area office. From the data collected, important information was generated in order to aid decision making. The benefits of integrating innovation, technology and the Internet of Things will give farmers, researchers and others involved in the agricultural sector greater control of the system, which will lead to a reduction in water and energy consumption and a new form of decision- based on accurate information, with greater reliability and the speed required by the sector.

Keywords: Sustainable agriculture. Innovation and development. Irrigation monitoring.

Introdução

A agricultura é responsável por contribuir com o desenvolvimento econômico e social brasileiro. Se destaca como uma das engrenagens que movem a economia do país, o setor desempenha um papel importante nos indicadores econômicos, ocupando 23% do PIB em 2016 (CEPEA, 2017). Além disso, as exportações do setor foram superiores a US\$ 84 bilhões em 2016.

A região nordeste, historicamente, de todas as regiões do Brasil, é a que apresenta características de déficit hídrico, mesmo em condições normais, com índices pluviométricos extremamente baixos e distribuição irregular das chuvas, tornando a irrigação uma tecnologia fundamental para a agricultura da região.

Entretanto, a irrigação é responsável por grande parte do consumo de energia e água no meio rural. De modo geral, o produtor rural não adota um método de controle de irrigação; usualmente, irriga em excesso, temendo que a cultura sofra estresse hídrico, o que pode comprometer a produção. Esse excesso tem como consequência o desperdício de energia elétrica e água (PAVANI, RIZZATI e TURCO, 2009)

Diante da possibilidade de escassez de energia, aliada à rápida elevação dos custos, procura-se racionalizar seu uso, utilizando a água de forma mais eficiente. O manejo adequado da irrigação consiste em fornecer água ao solo no momento oportuno (quando irrigar) e na quantidade suficiente (quanto irrigar) para atender à necessidade hídrica de cada cultura (PAVANI, RIZZATI e TURCO, 2009).

Entretanto, apesar dos benefícios do manejo da irrigação, os agricultores, na sua maioria, não dão a devida importância a esse manejo e citam algumas causas para explicar essa atitude, como por exemplo: baixo custo da água, dificuldade no controle da energia elétrica, ausência da adoção de tecnologia adequada, bem como escassez de informação de fácil acesso para o agricultor. A adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista do solo e da água.

É de fundamental importância para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. De forma que, se possa manter ao longo do tempo esses recursos com qualidade e quantidades suficientes para a manutenção de níveis satisfatórios de produtividade. Além disso, é necessário introduzir o conceito de inovação nos desafios ambientais enfrentados pela agricultura, onde soluções para os problemas possam ser encontradas, como também, vislumbrar oportunidades que surgem diante dos desafios. E como exemplo desses desafios, podemos citar a *Internet of Things* – IoT (Internet das Coisas) dentro do contexto do agronegócio (SINGER, 2012).

Estamos na terceira fase da internet, em que os objetos se relacionam com humanos e com outros objetos, os quais passam a ser portadores de dispositivos computacionais capazes de conexão e comunicação. Nesse sentido, os objetos tendem a assumir o controle de uma série de ações do dia a dia, sem necessidade de que as pessoas estejam atentas no comando (SINGER, 2012).

O conceito de Internet das Coisas foi adotado ou “utilizado” pela primeira vez por Kevin Ashton, no início de 1999. Na visão de Ashton se todos os objetos e pessoas na vida diária fossem equipados com etiquetas de rádio, os mesmos poderiam ser identificados e inventariados por computadores. Muito além de computadores que se conectam, podemos observar uma era de inteligência semântica da conectividade que ultrapassa o simples diálogo de protocolos de comunicação entre computadores.

A Internet das Coisas, refere-se a objetos e dispositivos identificáveis e endereçáveis, o qual denominamos de “coisas” e que podem ter suas representações virtuais em uma estrutura similar ou moldadas com a que utilizamos na Internet. De maneira mais ampla, conectamos basicamente três grandes mundos – O mundo físico, como conhecemos, o virtual e o digital.

Desta forma o objetivo é desenvolver tecnologia que permita alavancar o agronegócio. Onde o manejo na agricultura, e principalmente da irrigação, poderá ser conectado ao conceito de Internet das Coisas. Além disso, a transferência de tecnologia para o agricultor não é tarefa fácil, mesmo que, esses conceitos tecnológicos envolvam elevados níveis de conhecimento, visando possibilitar a adoção do sistema por agricultores em suas mais diversas formas de

irrigação.

MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em duas etapas. A primeira foi desenvolvida na unidade de pesquisa sobre Internet das Coisas do Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife – CESAR, em Recife, Pernambuco. Já a segunda etapa foi realizada na Fazenda Santa Bárbara, localizada em Cristalina, no Estado de Goiás.

Na primeira etapa foi feita uma construção de um sistema físico (hardware). Além do hardware, também foi desenvolvido um sistema virtual de visualização, monitoramento e administração de toda a estrutura (software). Em seguida ocorreu a integração entre esses elementos necessários para o projeto e desenvolvimento de uma lógica de controle e programação de todo o sistema de irrigação. Na segunda etapa foi instalado o protótipo do monitor em um pivô da Fazenda Santa Bárbara para fazermos o monitoramento da irrigação.

A plataforma de hardware é composta pela placa Arduino (Arduino UNO, MEGA, Duemilanove, ou Teensy 2.0+) por sua facilidade de leitura de diversos sensores, onde possibilitou o envio de dados para a rede, através de Shields ou até mesmo de placas Arduino voltadas para comunicação com a internet (Figura 01). A placa Raspberry PI (Figura 02) também foi utilizada, pelo fato de se tratar de um computador do tamanho de um cartão de créditos e nos apresentou várias possibilidades devido às facilidades que essa placa tem de se conectar com a internet. Juntamente com Arduino, aumentou a capacidade de processamento das informações do monitor.

A unidade também foi composta por um radiofrequência e um transdutor, que tem como função verificar a pressão da água no momento da irrigação. No escritório da Fazenda Santa Bárbara foi instalada uma placa Gateway que faz toda a interface gráfica de todas as placas.

A princípio a programação do monitor foi feita utilizando pequenas centrais de processamento e armazenamento de dados, isso porque na fase inicial do projeto foi desenvolvido de forma mais direta e simples de operar, para atingir o objetivo de forma mais eficiente e economizar tempo.

Para isso foi desenvolvido um programa na linguagem Java, já que esse tipo de programa pode ser interpretado e executado em vários sistemas operacionais, no qual possui uma fácil programação e facilita a utilização do ambiente de desenvolvimento integrado. O programa na linguagem Java serviu para testes antes da conexão com o hardware. A partir desses testes a plataforma Carriots foi adotada, pois é projetada justamente para a Internet das Coisas, onde fizemos uma conexão com a placa Arduino e Raspberry PI, com o objetivo de futuras conferências e sensores mais complexos com fluxos de dados personalizados. Com isso o status do monitoramento da irrigação está sendo gerenciado e monitorado remotamente.

Com a conectividade do hardware com o software o monitor instalado no pivô central, passou a enviar as informações sobre seu funcionamento, via rádio VHF, para o escritório da fazenda. No escritório, os dados foram enviados através da placa Gateway pela internet para um servidor. Isso permitiu a visualização das informações através de um navegador web, computadores, smartphones e até mesmo tablets. As variáveis coletadas, a princípio, a partir dessa conectividade foram o real consumo de água do pivô, a quantidade de água que se aplica nas culturas e o consumo de energia elétrica. A avaliação do funcionamento do monitor de irrigação começou a ser feita em Janeiro de 2018, através dos relatórios emitidos pelo software do MI, onde conseguimos fazer uma comparação dos consumos de água e energia com o meses anteriores à instalação do monitor, e também com os meses de Fevereiro e Março do ano de 2017, pois consideremos os meses com o mesmo clima.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A irrigação é hoje uma das práticas recomendáveis para o êxito do cultivo comercial. Com relação às exigências hídricas das plantas, considera-se que para alcançar um ótimo

desenvolvimento, há necessidade de um bom suprimento de água durante toda a fase vegetativa da cultura e no período da florada, frutificação e pré-colheita, principalmente quando estas fases ocorrem no período de estiagem (PENTEADO, 2010).

De acordo com Penteado (2010), denomina-se irrigação o conjunto de técnicas destinadas a deslocar água no tempo ou no espaço para modificar as possibilidades agrícolas de cada região. A irrigação visa complementar ou corrigir a distribuição natural das chuvas ou aplicar água num local onde a chuva não ocorra. Além disso, a irrigação garante aos produtores uma safra uniforme e independente das chuvas, pois ela minimiza o risco dos vultosos investimentos que devem ser feitos hoje para que o agricultor faça suas plantações. Os princípios quanto à irrigação são: Irrigação propriamente dita: quando é montado um sistema que fornecerá o total de água que será necessário ao solo para que as plantações neles existentes atinjam o máximo de sua produtividade; Regas: quando é montado um sistema que fornecerá o complemento de água necessária para que as plantas atinjam sua produtividade máxima ou que nos anos atípicos de chuvas, possibilitem que as plantações tenham o mínimo de umidade disponível no solo a fim de que não sofram deficiência hídrica. Algumas vantagens da irrigação são: maior garantia de produção; menor risco no investimento; possibilidade de colheita na entressafra; aumento da produtividade; e fertirrigação. E quanto às desvantagens, podemos citar: alto custo inicial dos investimentos na aquisição dos equipamentos e instalação; falta de mão-de-obra especializada e conhecimento para o manejo do equipamento, o produtor deve ser orientado para saber a diferença entre irrigar e molhar; e manter o solo muito úmido por irrigações frequentes podem reduzir a aeração do solo, inibir o desenvolvimento das raízes e aumentar a incidência de fungos e bactérias.

Existem quatro métodos de aplicação de água, os quais caracterizam os sistemas de irrigação através de aspersores (irrigação por aspersão), de emissores que localizam a aplicação da água na área de interesse (irrigação localizada), de superfície do solo (irrigação por superfície) e por ascensão da água do lençol freático (irrigação por superfície).

Não existe um tipo ideal de irrigação, porém deve-se selecionar o sistema de irrigação mais adequado a cada condição em particular, considerando-se os interesses envolvidos. O processo de seleção do sistema de irrigação deve ser baseado em uma criteriosa análise das condições presentes, em função das exigências de cada sistema de irrigação (ANDRADE; BRITO, 2010).

A preocupação com o uso eficiente da água na agricultura irrigada cresce proporcionalmente com o aumento da escassez de água de boa qualidade, agravando a competição entre os diversos setores que dela dependem. O desperdício de água na irrigação, além de aumentar os custos de produção, acarreta custos ambientais pelo comprometimento da disponibilidade e da qualidade da água. Essa situação tem levado muitos projetos de irrigação, em todo o mundo, a uma condição de baixa sustentabilidade econômica e socioambiental.

A sustentabilidade de projetos de irrigação somente pode ser atingida por meio de ações efetivas tanto pelo agricultor quanto por órgãos públicos, visando a minimizar o desperdício de água durante sua captação, condução e aplicação à cultura, a degradação das águas superficiais e subterrâneas e, no caso das regiões áridas e semiáridas, os problemas de salinização. Mesmo quando as irrigações são realizadas em excesso, prática comum em região com disponibilidade de água, as plantas são, muitas vezes, submetidas a condições de déficit hídrico, comprometendo o desempenho da cultura. Isso ocorre porque o agricultor tende a aplicar quantidades de água maiores do que o solo pode armazenar e espaça em demasia o intervalo entre irrigações. Além de suprir as suas necessidades hídricas, a água proporciona a solubilização e a disponibilização dos nutrientes do solo para as plantas. Ademais, cultivos submetidos a condições de excesso ou falta de água são, respectivamente, mais predispostos a doenças e ao ataque de pragas. Por conseguinte, é possível aumentar a produtividade da maioria das culturas entre 10% e 30% e, ao mesmo tempo, reduzir o uso de água em até 30% somente por meio da adoção de estratégias apropriadas de manejo de irrigação (OSTER;

WIEHELNS; 2003).

Em quase todo o Brasil, é reduzida a frequência e fortes são as resistências ao uso de qualquer método de manejo racional da água de irrigação. O baixo índice de adoção dessas tecnologias deve-se ao fato de os produtores acreditarem que são caras, complexas, trabalhosas e não proporcionam ganhos econômicos compensadores, ou seja, está relacionado a questões de ordem econômica e social. O acesso do irrigante à tecnologia é ainda restrito, tanto pela falta de informação quanto pelo custo dos equipamentos e instrumentos destinados ao manejo. Em muitas regiões onde se pratica agricultura irrigada, o baixo nível de instrução dos irrigantes dificulta a implantação de estratégias mínimas de manejo. Acrescente o fato de que a água é barata ou sem custo e ainda tida como um recurso natural inesgotável. Nesse contexto, a prática da irrigação é desvinculada de técnicas de manejo reconhecidamente capazes de proporcionar aumentos de produtividade e racionalização do uso da água. Na agricultura irrigada, assim como em qualquer outro empreendimento, os benefícios da adoção de uma tecnologia devem superar os custos. A adoção de estratégias apropriadas para o manejo da água de irrigação é comumente viável do ponto de vista econômico e ambiental, já que possibilita incrementos de produtividade, melhoria da qualidade de frutas e hortaliças, redução do uso de água, energia e agroquímicos, e contribui para a mitigação do problema da redução gradual de fontes de água de boa qualidade. (MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2008).

O manejo da água deve ser feito visando a fornecer água às plantas em quantidade suficiente para prevenir o estresse hídrico, favorecendo incremento de produtividade e qualidade da produção, e minimizar o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a degradação do meio ambiente. Isso envolve a decisão de irrigar em quantidades que possam ser armazenadas no solo, na camada correspondente à zona radicular, e em intervalos suficientes para atender à demanda de água das plantas. Em condições de campo, as plantas encontram-se, durante todo o ciclo de desenvolvimento, sujeitas a estresses ambientais resultantes das variações temporais dos elementos do sistema solo-atmosfera, que influenciam as taxas de crescimento e desenvolvimento (OLIVEIRA; COELHO; FACCIOLI, 2006).

O solo é um reservatório não somente de água, mas também de nutrientes e oxigênio, sendo ainda o ambiente onde proliferam microrganismos que interagem com as plantas e com o próprio meio. Variações da umidade do solo devem ser reguladas e mantidas em limites que favoreçam a absorção de água e nutrientes pelas plantas, bem como a aeração e a atividade microbiana, indispensável à decomposição da matéria orgânica e à estruturação do solo. A necessidade hídrica de uma cultura, havendo disponibilidade de água no solo, é dependente das condições atmosféricas locais. Numa área vegetada, a mudança de estado físico da água e a conseguinte remoção do vapor das superfícies evaporantes (solo e planta) para a atmosfera denominam-se evapotranspiração, sendo função da radiação solar, velocidade do vento, temperatura e umidade do ar. A quantidade de água a ser aplicada por irrigação deve otimizar a evapotranspiração da cultura em condições de irrigação total ou suplementar. Além disso, o manejo de água pode ser requerido para atender a outras finalidades secundárias, como a lixiviação do excesso de sais para além do sistema radicular das culturas, a aplicação de fertilizantes e agroquímicos, a proteção das plantas contra geadas, o resfriamento do solo e das plantas e a germinação de sementes (OLIVEIRA; COELHO; FACCIOLI, 2006).

Através da medição da deficiência hídrica na planta podemos fazer uma verificação precisa dos sintomas de deficiência de água nos tecidos foliares. Esse tipo de controle da irrigação baseado nos sintomas de deficiência de água na planta é geralmente visual. A falta ou deficiência provoca menor desenvolvimento da planta, diminuindo sua produtividade. Além disso, em muitos solos favorece a salinização do solo. Com a aplicação de fertilizantes sem a suficiente quantidade de água pode provocar a salinização do solo, e conseqüentemente, o aparecimento de doenças nas plantas.

Observar o solo e levar em consideração o clima e a cultura, o produtor pode determinar a frequência de regar. Se um produto de alta qualidade for desejado, o melhor período do dia para irrigar as plantas é pela manhã, bem cedo, evitando a evaporação pelo sol forte. Também

é o período de menor ocorrência de ventos, os quais afetam a distribuição da água e provocam ressecamentos. Nas condições de água nas plantas, é preciso ter conhecimento da cultura que será irrigada. Assim, as fases da cultura ou ciclo fenológico, as exigências de água e seus períodos críticos devem ser conhecidos que quanto maior a profundidade efetiva do sistema radicular, melhor para a cultura. O aumento do sistema radicular da planta é proporcional a umidade do solo, onde este aumento está diretamente relacionado com a produtividade. Os métodos mais precisos são baseados na medição da deficiência de água na planta, que determinam o teor de água em uma parte vegetal, ou a concentração osmótica do sulco celular. Estas são formas mais diretas e mais reais de quando a planta está com deficiência hídrica.

MANEJO DE IRRIGAÇÃO

Monitor de Irrigação – MI

O monitor de irrigação, implantado em um dos pivôs centrais da Fazenda Cristalina, localizada no estado de Goiás. As informações geradas pelo monitor são enviadas para o escritório localizado na Fazenda, e podem ser acompanhadas em tempo real (Figura 1).

FIGURA 1 – Monitor de Irrigação

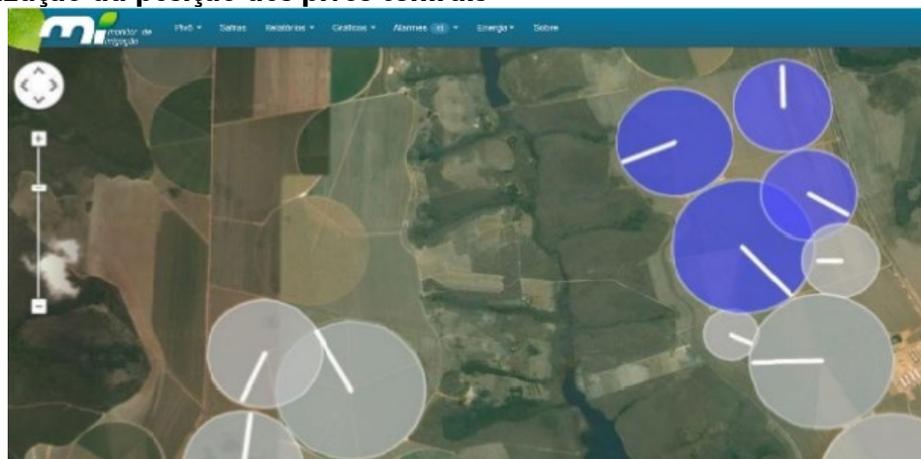


Fonte: Monitoramento de Pivô Central. Disponível em: <http://www.monitordeirrigação.com>. Acesso em: 23/02/2018.

Posição dos Pivôs centrais

Com a visualização em tempo real dos pivôs, podemos verificar quais estão em funcionamento e quais estão desativados. Dessa forma o Fazendeiro saberá em qual ponto da fazenda está acontecendo a irrigação (Figura 2).

Figura 2 – Visualização da posição dos pivôs centrais

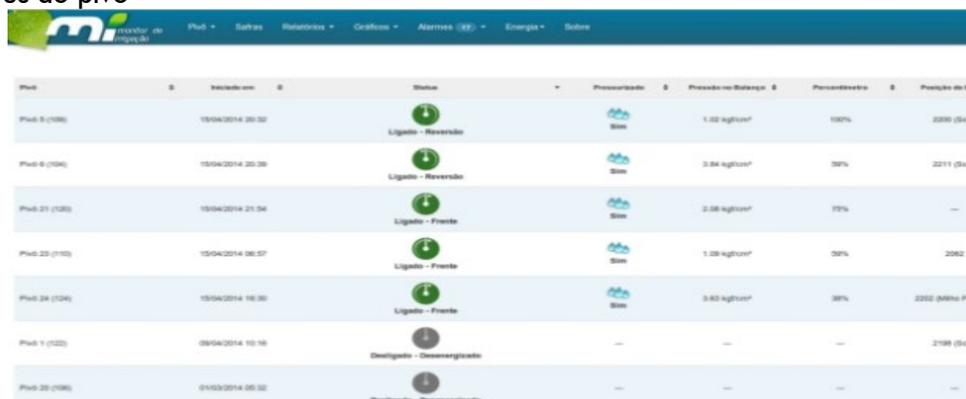


Fonte: Monitoramento de Pivô Central. Disponível em: <http://www.monitordeirrigação.com>. Acesso em: 23/02/2018.

Status do pivô

Além de visualizar a posição dos pivôs que estão em funcionamento, com as informações obtidas através do Monitor de Irrigação podemos acompanhar também o status. No status acompanhamos o funcionamento individual de cada pivô: velocidade da irrigação, quantidade de água aplicada e qual a cultura que está sendo irrigada (Figura 3).

FIGURA 3 – Status do pivô



Pivô	Instalação em	Status	Prioridade	Precipitação no Balance	Percentual de Água	Precipitação de Água
Pivô 9 (128)	15/04/2014 20:30	Ligado - Reservado	5	1,02 kg/ha	100%	2280 (20kg)
Pivô 8 (128)	15/04/2014 20:30	Ligado - Reservado	5	3,34 kg/ha	50%	2211 (20kg)
Pivô 21 (128)	15/04/2014 21:34	Ligado - Frente	5	2,08 kg/ha	75%	---
Pivô 23 (170)	15/04/2014 08:57	Ligado - Frente	5	1,08 kg/ha	50%	2050
Pivô 24 (128)	15/04/2014 18:30	Ligado - Frente	5	3,40 kg/ha	50%	2252 (20kg) Pivô
Pivô 1 (122)	15/04/2014 10:16	Desligado - Desarmado	---	---	---	2198 (20kg)
Pivô 20 (128)	15/03/2014 08:30	Desligado - Desarmado	---	---	---	---

Fonte: Monitoramento de Pivô Central. Disponível em: <http://www.monitordeirrigação.com>.
Acesso em: 23/02/2018.

INTERNET DAS COISAS - IoT

O conceito associado à Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*) relaciona-se à capacidade que os objetos possuem de se comunicar, reportando informações acerca de seu estado e funcionamento. Esta tecnologia consiste em interligar os objetos de uso cotidiano do ambiente real com a internet, tornando-os objetos inteligentes (SERAFIM, 2014).

De acordo com Greengard (2015), o termo Internet das Coisas refere-se não somente à interconexão entre objetos do mundo real, mas, à contextualização de informações referentes às coisas do mundo real. A aplicação do termo Coisas, inclui objetos que existem em grandes quantidades e de diferentes tipos que possuirão uma identificação única na internet.

A Internet das Coisas é um paradigma que vem crescendo no cenário moderno de telecomunicações sem fio e a ideia básica deste conceito é a presença de um conjunto de objetos (*Things*), como por exemplo, Identificadores de Rádio Frequência (RFID – *Radio Frequency Identification*), sensores, atuadores, telefones celulares, que por meio de mecanismos de endereçamento único (como a internet), são capazes de interagir e cooperar uns com os outros para alcançar objetivos em comum (ATZORI et al., 2010).

Entretanto, segundo Gogliano Sobrinho (2013), para muitos, esse conceito demonstra-se abstrato, e muitas vezes de difícil compreensão, no que tange à maneira de como se procede a essa integração.

Kevin Ashton, pesquisador Britânico do *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, é considerado o primeiro especialista a usar o termo “Internet das Coisas” em 1999, durante uma apresentação para executivos da *Procter & Gamble*. A ideia apresentada era etiquetar eletronicamente os produtos da empresa, para facilitar a logística da cadeia de produção através de identificadores de rádio frequência (SERAFIM, 2014). O significado do termo ampliou-se e passou a abranger a área de sensores e atuadores sem fio, de objetos conectáveis às redes que utilizam o protocolo TCP/IP (*Transmission Control Protocol / Internet Protocol*), assim como as tecnologias de semânticas de dados, concebendo desta maneira uma visão orientada às coisas, uma visão orientada à internet e uma visão orientada à semântica (FERREIRA, 2014).

Segundo Atzori et al., (2010) a visão orientada às coisas objetiva demonstrar propostas que assegurem o melhor aproveitamento dos recursos dos dispositivos e sua comunicação; a visão orientada à semântica foca na representação, armazenamento, pesquisa e organização da informação gerada, procurando soluções para a modelagem das descrições que permitam

um tratamento adequado para os dados produzidos pelos objetos; enquanto que a visão orientada à internet tem o intuito de conceber modelos e técnicas destinadas a interoperabilidade dos dispositivos em rede.

O principal impacto da IoT será sobre alguns aspectos do cotidiano e comportamento das pessoas. Já existem aplicações que permitem o monitoramento de atividades físicas e controle de medicamentos de uso contínuo. Outro conjunto de aplicações que interferem no cotidiano das pessoas são as voltadas para o ambiente doméstico, como por exemplo: ligar e desligar aparelhos domésticos à distância, medir a temperatura da casa e até mesmo monitorar o jardim, já são realidades (ATZORI et al., 2010).

Com isso, segundo Marotta (2013), a Internet das Coisas trouxe o conceito de dispositivos inteligentes, e esses dispositivos podem interagir com os componentes de redes existentes, como terminais, roteadores, entre outros. Algumas características básicas devem possuir esses dispositivos inteligentes, como: Ter um formato físico como tamanho e forma; Ter um conjunto mínimo de funcionalidades de comunicação, como capacidade de ser descoberto, aceitar mensagens e responder a elas; Possuir um identificador único e responder através desse identificador; Possuir alguma capacidade de computação, que vai desde o envio de respostas para uma mensagem até a execução de operações complexas; Em alguns casos, meios para detectar fenômenos físicos, por exemplo, sensores de temperatura, de iluminação e umidade.

A Internet das Coisas possui alguns desafios relevantes que precisam ser tratados, tais como: definição de padrões, suporte à mobilidade, serviço de nomes, protocolo de transporte, caracterização de tráfego e suporte a QoS – *Quality of Service*, autenticação, e principalmente privacidade e esquecimento digital. Quanto à privacidade, diversas informações privadas sobre uma pessoa podem ser coletadas pelas aplicações sem a consciência da pessoa. Já o esquecimento digital, as informações coletadas pela Internet das Coisas sobre uma pessoa podem ser mantidas por longo período e técnicas de mineração de dados também podem ser usadas para recuperar facilmente qualquer informação, mesmo depois de vários anos. É necessário definir mecanismos para destruir ou proteger esses dados (ATZORI et al, 2010).

Assim como a quantidade de desafios, o número de áreas onde a Internet das Coisas pode ser aplicada também são grandes.

A ideia de ubiquidade está presente na Internet das Coisas. A ubiquidade se refere a noção de algo e está presente em todos os lugares e em todos os momentos, persistente, sempre disponível e atuante. Em muitos aspectos, supera as noções tradicionais de espaço e tempo físico, como no caso do espaço e tempo do digital em rede, em que muitos eventos ocorrem de modo simultâneo e em muitos lugares diferentes. Uma nova dimensão foi adicionada ao mundo das tecnologias da informação e da comunicação: a qualquer hora, em qualquer lugar, a conexão para todas as pessoas será também a conexão para todas as coisas (SANTAELLA, 2013).

Com isso, de acordo com Miorandi et al (2012), existem diversas categorias de aplicações onde as soluções da Internet das Coisas proporcionam vantagens competitivas sobre as soluções atuais. As aplicações abrangem: monitoramento ambiental, cidades inteligentes, *smart business*, casas inteligentes, saúde, segurança e vigilância, entre outros:

- **Casas inteligentes:** as casas inteligentes podem ser equipadas com tecnologias avançadas da IoT. A Internet das Coisas pode ajudar tanto na redução do consumo de recursos associados aos edifícios, bem como na melhoria do nível de satisfação das pessoas. O impacto é tanto na redução de despesas operacionais quanto na redução de emissão de carbono. Nessas aplicações, um papel chave é o desempenho pelos sensores, que são usados para ambos os monitores de consumo, bem como detectar proativamente as atuais necessidades dos usuários. Esse cenário pode integrar um certo número de subsistemas diferentes, e, portanto, exigir um elevado nível de padronização para assegurar interoperabilidade.

- **Cidades inteligentes:** As tecnologias da Internet das Coisas podem ser usadas para fornecer sistemas de controle de tráfego avançados. É possível monitorar o tráfego de automóveis nas grandes cidades ou estradas e implantar serviços que ofereçam sugestões de

rotas de tráfego para evitar congestionamento. Os sistemas de estacionamento inteligente, baseados em tecnologias RFID e sensores, podem monitorar vagas livres e melhorar assim, a mobilidade na área urbana. Além disso, os sensores podem monitorar o fluxo de tráfego de veículos em rodovias e recuperar informações agregadas, como velocidade média e números carros. Por fim, os sensores podem ser utilizados em um ambiente forense, através da detecção de violações e transmitindo os dados relevantes para as agências de aplicação da lei, a fim de identificar o infrator.

- **Cuidados com a saúde:** As aplicações para os cuidados com a saúde podem ser utilizadas para auxiliar no tratamento de pessoas assistidas. Os pacientes podem transportar sensores médicos para monitorar parâmetros, como por exemplo: temperatura corporal, pressão arterial e atividade de respiração. Outros sensores podem ser usados para reunir dados e monitorar as atividades de pacientes em seus ambientes de vida. As informações podem ser agregadas localmente e transmitidas para centros médicos remotos, que podem realizar o monitoramento, com respostas rápidas quando necessárias.

- **Monitoramento de produtos:** As soluções baseiam-se na capacidade de tecnologias RFID em identificar e fornecer suporte para rastreamento de mercadorias. Normalmente, as etiquetas RFID são ligadas diretamente nos itens ou nos recipientes que os carregam, enquanto os leitores são colocados em locais estratégicos. Já no varejo, as tecnologias da IoT podem ser usadas para monitorar a disponibilidade do produto em tempo real e manter o inventário de estoque correto. Além disso, tecnologias de identificação podem ajudar a limitar roubos e auxiliar na luta contra a falsificação, fornecendo produtos com um identificador único, incluindo uma descrição completa e confiável do bem em si. Nos processos de produção, os sensores, em combinação com a tecnologia de RFID, podem permitir o controle de qualidade do produto final e evitar uma possível deterioração durante a vida de prateleira do produto.

- **Segurança e vigilância:** A vigilância e segurança tornou-se uma necessidade para edifícios corporativos, *shoppings*, chão de fábrica, parques de estacionamento e muitos outros locais públicos. Tecnologias de Internet das Coisas podem ser usadas para aumentar consideravelmente o desempenho das soluções atuais, proporcionando alternativas mais baratas e menos invasivas para implantação generalizada de câmeras enquanto preserva a privacidade dos usuários. Sensores de ambientes podem ser utilizados para monitorar a presença de produtos químicos perigosos. Já sensores que monitoram o comportamento das pessoas podem ser utilizados para avaliar a presença de suspeitos, gerando alertas eficientes e antecipando os riscos. A identificação pessoal por meios de identificadores de rádio frequência ou outras tecnologias semelhantes também é uma opção.

- **Monitoramento ambiental:** Nas soluções aplicadas para o monitoramento ambiental, um papel fundamental da Internet das Coisas é desempenhado pela capacidade de detecção, de forma distribuída e auto-gestão de fenômenos e processos naturais, como por exemplo: temperatura, vento, precipitação, níveis de rios, entre outros. Além disso, a capacidade de integrar esses dados heterogêneos em aplicações remotas ou globais. O processamento de informações em tempo real, juntamente com a capacidade de um grande número de dispositivos para se comunicar entre si, fornecem uma plataforma sólida para detectar e monitorar anomalias que podem implicar riscos para a vida humana e animal. Os dispositivos da Internet das Coisas podem atuar no acesso a áreas críticas, em que a presença de operadores humanos pode representar um risco (por exemplo, áreas vulcânicas, abismos oceânicos, áreas remotas). A segurança ambiental pode se beneficiar da capacidade de detecção dos dispositivos da IoT através da identificação de incêndios através de sensores de temperatura.

Dentro desse contexto de desenvolvimento, verificamos que o estudo e aplicação da IoT abrange até a área de meio ambiente na busca do desenvolvimento sustentável. Podemos aplicar a internet das coisas, por exemplo, no agronegócio. A busca por maior qualidade e segurança na revenda de insumos agrícolas, pode ser obtida com o apoio que as empresas de tecnologia da informação podem oferecer.

Com o foco cada vez mais voltado no agronegócio, onde o consumo de água e de energia são elevadíssimos, surge a necessidade de atender as particularidades específicas deste setor, seja nas obrigações a serem cumpridas com os órgãos reguladores ou no cumprimento de exigências com as multinacionais fabricantes de insumos agrícolas. Utilizar soluções que possam ajudar nessas características se tornam cada vez mais indispensáveis e um equipamento que podemos utilizar a internet das coisas para obtermos um consumo mais consciente, e principalmente eficiente, de água e energia.

Dessa forma o objetivo foi desenvolver um equipamento de monitoramento que utilize tecnologia, permitindo aos agricultores acompanhar em qualquer tempo e com exatidão o funcionamento da irrigação, além de permitir ações corretivas de forma automática e imediata sem a necessidade de deslocamento. O equipamento desenvolvido foi o monitor de irrigação, aplicado no sistema de irrigação pivô central. A escolha por esse tipo de irrigação, se deu pelo fato da condução de água ser simplificada pelo uso de um ponto estacionário de entrada da água, além disso o manejo de irrigação é facilitado devido ao controle da lâmina d' água aplicada possibilitando a aplicação precisa de fertilizantes e outros produtos químicos na água de irrigação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos outputs do monitor de irrigação, o objetivo foi diminuir o desperdício de água, ajudando na diminuição do consumo de energia elétrica. A inovação aplicada ao campo agrícola busca alcançar resultados positivos, pois o manejo e a falta de informações confiáveis são um grande problema enfrentado por produtores que utilizam sistemas de irrigação por pivô central. Os produtores realizam este processo de forma manual, tendo que disponibilizar um funcionário para percorrer toda área da fazenda, verificando cada pivô, programando, coletando dados, correndo riscos de enviar informações incompletas e/ou desatualizadas.

Do ponto de vista tecnológico, a solução foi inovadora pelo fato de oferecer a um público pouco acostumado com sofisticadas, uma solução obtida através de diversas ciências e conceitos tecnológicos de ponta, o sistema de irrigação passa a ser monitorado e controlado por tablets, computadores e smartphones, possibilitando ao produtor ações corretivas e precisas. Evitando possíveis desperdícios de água, fazendo com que exista um ganho na produtividade, uma vez que o pivô ficará ajustado para trabalhar em sua totalidade. A solução compreende sistemas de transmissão wireless, aplicações Web com referência geográfica e aplicativos JME para aparelhos celulares, com interface intuitiva e fácil de usar.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, C.L.T.; BRITO, R. A. L. **Métodos de irrigação**. Embrapa milho e sorgo. 6ª Edição, Setembro/2010. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/imetodos.htm>. Acesso em: 15/03/2017.

ATZORI, L.; IERA, A.; MORABITO, G. **The internet of Things: a survey**. Comput. Netw., New York, NY, USA, v.54, n.15, 2010.

CEPEA – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>>. Acesso em: 08/03/2017.

FERREIRA, H.G.C. **Arquitetura de Middleware para Internet das Coisas**. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Elétrica, Universidade de Brasília, Brasília) 2014. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/17251>>. Acesso em: 01/03/2017.

GOGLIANO SOBRINHO, O. **Serviço de resolução e descoberta de informações sobre objetos em sistemas baseados em RFID** (Tese de Doutorado em Engenharia, Universidade de São Paulo, São Paulo), 2013. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/313141/tde-16102013-162918/pt-br.php>>. Acesso em: 24/03/2017.

GREENGARD, S. **The Internet of Things**. MIT Press, 2015.

MAROTTA, M. A.; CARBONE, F. J.; CARDOSO DE SANTANA, J.J.; ROCKENBACH TAROUÇO, L. M. **Through the internet of things – a management by delegation smart object aware system**. Computer Software and Applications Conference (COMPSAC). 37th Annual – IEEE, 2013.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica: Embrapa Hortaliças, 2008.

MIORANDI, D.; SICARI, S.; PELLEGRINI, F. D.; CHLAMTAC, L. Internet of Things: vision, applications and research challenges. **Ad Hoc Networks**, 2012.

OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; FACCIOLI, G. G. **Manejo básico da irrigação na produção de fruteiras**. Brasília, DF: LK, 2006.

OSTER, J. D.; WICHELNS, D. **Economic and agronomic strategies to achieve sustainable irrigation**. Irrigation Science, New York, v. 22, 2003.

PAVANI, Luiz C.; RIZZATTI, Gilcileia dos S.; TURCO, José E. P. **Custo de energia elétrica em cultura do feijoeiro irrigado por pivô central, afetado pelo manejo da irrigação e sistemas de cultivo**. Eng. Agrícola Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 311-320, abril/Junho, 2009.

PENTEADO, R.S. **Manejo da água e irrigação: Aproveitamento da água em propriedades ecológicas**. Campinas/SP. 2ª Edição, 2010.

SANTELLA, L. **Comunicação ubíqua: Repercussões na cultura e na educação.** São Paulo: Paulus, 2013.

SERAFIM, E. **Uma estrutura de rede baseada em tecnologia IoT para atendimento médico a pacientes remotos.** (Dissertação de mestrado em Ciência da Computação, Faculdade Campo Limpo, Paulista), 2014. Disponível em: <http://www.cc.faccamp.br/dissertacoes/edivaldo_2014.pdf>. Acesso em: 23/03/2017.

SINGER, T. **Tudo Conectado: conceitos e representações da Internet das Coisas.** 2012. Disponível em: <<http://www.simsocial2012.ufba.br/modulos/submissao/Upload/44965.pdf>>. Acesso em: 18 de Março de 2016.

Recebido em: 24/01/2020

Aprovado em: 06/03/2020