

Agricultura, IoT e Redes 5G

IoT and 5G Networks

David Gonçalves de Oliveira¹ – olivr.davidg@gmail.com
Gabriel Fernandes Mira¹ – gabrielfernandes.gfm@gmail.com
Guilherme de Oliveira Dias¹ – guilhermedias1517@gmail.com
Guilherme Henrique de Sene Oliveira¹ – guihenriquesene@gmail.com,
Leandro Duarte Pereira² – leandro.pereira@fepi.br

¹ Discentes do curso de Sistemas de Informação do Centro Universitário de Itajubá, Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687 - Porto Velho, Itajubá - MG, 37501 - 002

² Docente do Centro Universitário de Itajubá, Av. Dr. Antônio Braga Filho, 687 - Porto Velho, Itajubá - MG, 37501 - 002

Recebido em: 20 de julho de 2022; Aprovado em: 14 de dezembro de 2022.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo realizar uma revisão exploratória da literatura visando a aplicabilidade da IoT e da utilização das redes 5G no meio rural. A revisão tem como base artigos a partir do ano de 2017 com vistas ao aprofundamento e o entendimento de como está o nível desta área de estudos em nosso país. A análise dos estudos realizados revela que ainda há carências em alguns pontos chaves tais como Aplicação da IoT, na prática, utilizando 5G, Agricultura de Precisão (AP) e Agricultura Digital (AD) cujos assuntos são diretamente relacionados aos trabalhos envolvidos na pesquisa, sendo relativamente novos a literatura encontrada. Apesar de serem assuntos novos na literatura bibliográfica, tais temas tem fundamental importância se aplicado em prática ajudando os produtores rurais a serem mais eficientes na produção agrícola, bem como em todo o gerenciamento de suas propriedades. Compreende-se, portanto que tais assuntos se aplicados, representam uma mudança significativa na forma de gerenciamento rural e produção em comparação à maneira tradicional em que é utilizada atualmente. De todo modo, é inegável que a compreensão de tais temas citados é necessário, pois a compreensão gera benefícios para a sociedade na totalidade, visto que o surgimento e a utilização de novas tecnologias no campo rural é algo imutável e já está acontecendo e irá impactar a vida de todos nós.

Palavras-chave: iot, 5g, agricultura.

ABSTRACT

This work aims to carry out an exploratory review of the literature aiming at the applicability of IoT and the use of 5G networks in rural areas. The review is based on articles from the year 2017 with a view to deepening and understanding the level of this area of studies in our country. The analysis of the studies carried out reveals that there are still gaps in some key points such as Application of IoT, in practice, using 5G, Precision Agriculture (AP) and Digital Agriculture (AD) whose subjects are directly related to the works involved in the research, being relatively new to the literature found. Despite being new subjects in the literature, such themes are of fundamental importance if applied in practice helping rural producers to be more efficient in agricultural production, as well as in the entire management of their properties. It is understood, therefore, that such subjects, if applied, represent a significant change in the form of rural management and production compared to the

traditional way in which it is currently used. understanding generates benefits for society, since the emergence and use of new technologies in the rural field is something immutable and is already happening and will impact the lives of all of us.

Keywords: iot, 5g, agriculture.

Introdução

Contextualização da agricultura e seus avanços

O motivo do avanço da humanidade se dá em razão das buscas e dos avanços científicos na área da tecnologia – desenvolvimento de resultado acumulado de estudo em aplicação de técnicas, métodos, habilidades e processos –, visto que, de maneira que estes avanços foram sendo gerados, a humanidade passou a ter conhecimento das terras, do mundo, de si próprio e das coisas que o cercavam.

Desde períodos como o feudalismo (e até épocas anteriores), o grande foco do ser humano foi feito por base na comida, dessa forma, passou a existir a agricultura – conjunto de técnicas utilizadas para cultivar plantas com o objetivo de obter alimentos, bebidas, fibras, energia, matéria-prima para roupas, construções, medicamentos, ferramentas, ou apenas para contemplação estética –, a pecuária – ramo da agricultura preocupado com os animais que são criados para carne, fibra, leite ou outros produtos –, e entre outras maneiras de se aproveitar melhor do conhecimento e das técnicas para produção dos processos de vital

importância ao ser humano.

Após o estabelecimento de tais técnicas, e ser notado que sem um controle e gerenciamento das riquezas naturais poderia ser colocado em risco a própria humanidade, foi necessário visar pelo estudo da sustentabilidade – desenvolvimento focado em não acabar com os recursos naturais, visando o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental – e pela proteção/gestão ambiental, pois da mesma forma como aprendeu técnicas para produzir, agora era necessário certo controle para se produzir e também de forma a se conservar os recursos minerais, fauna e flora.

Uma vez que, em pleno acesso a dispositivos eletrônicos inteligentes – os famigerados IoT –, conexões de redes que beiram a instantaneidade de transferência de enormes dados – a rede 5G –, e também dos avanços de pesquisas da área agrícola – parte responsável pela indústria 4.0 e também pela existência do agrotech –, o século XXI com toda certeza promete enorme avanço a uma área que desde os primórdios da humanidade sempre se mostrou presente, mesmo que fora de padrões e sem utilização de técnicas especializadas.

Destaca-se também que a IoT permite a coleta de dados com alta precisão, o monitoramento dinâmico junto com as mudanças no ambiente; a melhora na qualidade dos dados, a redução nos custos de monitoramento, análise em tempo real e análise online dos dados, permitindo que os tomadores de decisão possam responder às informações monitoradas em tempo hábil e melhorar a restauração ecológica, a proteção ambiental e a implementação de políticas (MOREIRA, J. A.; MONTEIRO, W. M.; 2018).

Assim sendo, por base a este artigo científico, busca-se entender como a junção das tecnologias IoT e a rede 5G podem impactar na vida cotidiana, e de igual modo, de que forma e em que poderá se impactar e acrescentar algo as já existentes áreas de produção que tenha congruência com a sustentabilidade e proteção ambiental. Por base a estes conceitos a respeito à tecnologia e ao objetivo geral desta pesquisa, os primeiros objetivos serão traçados ao se definir os seguintes conceitos:

- I. Definição acerca do IoT/AIoT e suas aplicações;
- II. Conceituação da rede 5G;

- III. Explicação de como a rede 5G e o IoT podem trabalhar juntos em determinadas áreas de atuação;

Definição e aplicação do IoT e AIOT

Ao decorrer do tempo, em que a tecnologia se evoluía, passou a ser necessário uma maior interação entre ferramentas e seus utilizadores, foi neste ponto que, pela primeira vez, Kevin Ashton no ano 1999 com referência ao gerenciamento da cadeia de suprimentos – sistema de gerenciamento de produtos, desde aos componentes brutos até a entregado produto final, voltado a minimizar custos, desperdício e tempo no ciclo de produção afim que, toda a movimentação de um determinado produto seja feita da melhor maneira possível (IBM. 18 abr. 2022) –, cunhou o termo Internet of Things (SHAFIQUE, 2020).

Este termo tem por base objetos inteligentes que, por base a uma conexão de rede, de forma integrada analisem dados obtidos pelos sensores dos dispositivos. O termo “Inteligentes” vem justamente do conceito que tais objetos não trabalham sozinhos, mas sim em conjunto, em que, ao estarem

conectados em uma rede, ao se examinar os dados obtidos é possível gerar ações em tais dispositivos.

Dessa forma, é possível observar a utilidade destes dispositivos em inúmeras áreas, não havendo distinção e nem segregação da utilização dos mesmos. O crescimento de sua utilização também é algo bastante discutido, pois o mesmo se tornou base para setores industriais, comerciais, de extrativismo, etc.

A IDC estima que os dados gerados a partir de dispositivos IoT conectados sejam de 79,4 ZB até 2025, crescendo de 13,6 ZB em 2019. A maioria desses dados decorre da vigilância de segurança e vídeo, mas os aplicativos de IoT industrial também tomarão uma parte significativa desses dados (FUTUREIOT, 2020).

Além disso, fala-se muito sobre uma ramificação e de certa forma uma evolução do IoT, tratando-se então da AIoT, ou em sua significância, Artificial Intelligence of Things. A evolução desse novo termo tem chegado de encontro com a evolução das redes neurais artificiais, a famosa IA (Intelligence Artificial). Ocorre da mesma forma a obtenção, análise e resposta por base aos dados obtidos

pelos sensores dos dispositivos, porém na AIoT é utilizado “uma combinação de processos de Analítica e Inteligência Artificial aplicados aos dados recolhidos por IoT, por forma a transformá-los em informação, que sirva de base à tomada de decisões sustentadas” (SAS, 2020).

A ideia é a criação de sistemas que usem o potencial desses dois conceitos para criar soluções inteligentes e sustentáveis para cidades, saúde, indústria, mobilidade, agronegócio e outros – tornando a vida das pessoas mais fácil e segura, as operações mais eficientes, além de melhorar a interação entre homem e máquina, M2M (máquina e máquina) e ganhar mais robustez na análise de dados para a tomada de decisões mais rápidas e assertivas. (BOSCH, 2022).

Conceito e aplicabilidade de rede 5G

De acordo Ahmad (2020), com base “nos últimos anos, aplicativos como realidade virtual, realidade aumentada e serviços baseados em nuvem surgiram e se tornaram parte integrante do estilo de vida da nova geração”. Justamente pela utilização

intensificada dessas novas tecnologias, a preocupação para que houvesse a existência de uma conexão de rede cada vez mais rápida e eficiente se tornou o objetivo dos cientistas de Tecnologia e Informação.

Foi então que, em 2019, foi cunhado a evolução do padrão de tecnologia de conexão de rede, a quinta geração para redes móveis e de banda larga, que vinha com papel de suprir as atuais necessidades e então poder contar como parte significativa para diversas tecnologias, como por exemplo metaverso - realidade virtual imersiva e interativa, capaz de replicar a realidade através de dispositivos digitais, a fim de se criar um espaço coletivo compartilhado.

Para Cisco (2022), a rede 5G “foi projetado para aumentar a velocidade, reduzir a latência e melhorar a flexibilidade dos serviços sem fio. Ao 5G oferecer menor latência, pode-se melhorar o desempenho de aplicativos de negócios e outras experiências digitais”. Com isso, é totalmente plausível a utilização do mesmo com sinergia a tecnologia de IoT, para que o mesmo faça uma boa integração em sistemas como objetivo focal a sustentabilidade, agronegócios, gerenciamento de reservas, controle

ambientacional, produção, proteção ambiental, etc.

Dessa forma, a rede 5G “não só vai dar início a uma nova era de melhor desempenho e velocidade de rede, mas também a novas experiências conectadas para os usuários”.

Material e Métodos

O presente estudo trata-se de uma revisão da literatura que utilizará de artigos dos portais eletrônicos do Google Scholar tratando da metodologia pesquisa exploratória, cuja finalidade é gerar um artigo científico e proporcionar maior familiaridade com o problema de pesquisa, objetivando construir hipóteses, procurar padrões, ideias ou hipóteses realizando descobertas acerca do assunto principal proposto.

Resultados e discussão

Aplicação do IoT na Agricultura

A agricultura proporciona a um país um grande impacto em sua economia, dessa forma, nota-se a necessidade desse setor em se adaptar as novas tendências e processos, que vem crescendo a cada dia em um mundo cada vez mais atualizado e tecnológico.

Conforme afirma Moraes et al.

(2017), o setor do agronegócio desempenha um papel fundamental na economia, em termos de geração de riqueza e emprego, pois nos últimos anos para tornar uma fazenda rentável e com desenvolvimento sustentável, foram necessárias mudanças no modelo atual, promovendo o desenvolvimento apoiado por novos recursos técnicos disponíveis.

Esforços devem ser realizados para que essa área importante da sociedade consiga acompanhar os novos processos de produção e para que consiga produzir mais gerando menos impacto no meio ambiente.

Sabe-se que um fator importante da agricultura é a utilização da água para a produção agrícola gerando o mínimo de impacto no meio ambiente e proporcionando ao agricultor um maior controle de sua produção. Diante disso, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos nesse sentido a fim de automatizar e otimizar o processo de irrigação das plantações visando utilizar a água de modo eficiente, evitando assim o desperdício e reduzindo os custos da produção.

Para Lima (2019) Irrigação é a maneira artificial de regar as plantas. Quando realizada de forma convencional, consome mais água do

que o necessário, mais energia e necessita de mais mão de obra. Nos últimos anos, buscou-se formas mais eficientes de realizar essa atividade. Através do controle automático do sistema de irrigação é possível fornecer a quantidade ideal de água nos melhores horários para sua absorção. Isso diminui o trabalho no campo e otimiza o processo de irrigação.

Segundo a autora, a IoT tem se tornado constituinte fundamental no gerenciamento e monitoramento autônomo para uma infinidade de aplicações, como a irrigação. Baseando-se nisso, um primeiro estudo prático foi realizado na região rural da cidade de Pereiro no estado do Ceará, Brasil, em uma região local conhecida como Açude Novo. Esse estudo visou o desenvolvimento de um sistema autônomo de irrigação na qual utilizava-se de dispositivos IoT e testava o funcionamento dos equipamentos recém-desenvolvidos a uma longa distância e com uma elevada altitude utilizando-se de protocolos de comunicação de redes específicos dos dispositivos IoT.

Como resultado obtido nesse primeiro estudo, segundo Lima (2019) este sistema é vantajoso para os agricultores, que podem aumentar a

produtividade das suas plantações ao fornecer a quantidade de água ideal sem precisar ir ao local fazer isso manualmente e o sistema desenvolvido contemplou todas as necessidades locais foi eficiente, de fácil implementação e baixo custo.

Seguindo a mesma lógica do primeiro estudo, um outro estudo realizado em 2019, procurou desenvolver uma aplicação distribuída capaz de coletar dados sobre o solo e transmitir de forma clara e objetiva os diagnósticos coletados de elementos tais como umidade, temperatura, nutrientes entre outros. Tal necessidade surgiu pelo fato de que segundo Carvalho (2019), atualmente muitos dos agricultores familiares ainda confiam somente em suposições, experiências, conhecimentos tradicionais e não possuem um auxílio de dados precisos, para suas decisões agrícolas, podendo ocasionar em uma baixa eficiência na produção (LEE, 2017). No entanto, sem um monitoramento consistente e preciso, gerenciar esses insumos com eficiência é difícil.

A agricultura familiar pode ser definida como um conjunto de pequenas e médias unidades agropecuárias produtivas visando, em primeiro lugar, a economia familiar

com mão de obra da própria família (SOARES et al., 2010).

Berté (2014) fala que, diferentemente da agricultura de grande porte, a agricultura familiar busca gerar muitos postos de trabalho ao invés de focar em aumentar o lucro. Assim, é importante para favorecer uma inclusão social melhor e promover sustentabilidade socioeconômica e ambiental.

Diante do exposto, observa-se que esse segundo estudo leva em consideração não apenas o fator da irrigação em si, mas outros parâmetros básicos para uma boa análise da produção familiar tais como a fertilidade do solo, macro e micronutrientes, o teor de alumínio trocável, de sulfato, de carbono orgânico, o nível de acidez, o conjunto de todas as formas de carbono (orgânicas e inorgânicas), o teor solúvel de silício, umidade, temperatura e a condutividade elétrica da solução do solo (LABORSOLO, 2018) e que nem todos esses elementos podem ser obtidos de forma automática, apenas a partir de laboratórios especializados.

Partindo desse princípio, segundo Carvalho (2019) foi proposto como solução o desenvolvimento de um sistema de monitoramento que tem

como objetivo principal coletar dados sobre o solo e ambiente para auxiliar o agricultor/técnico a tomar decisões visando aumentar a produção e diminuir as perdas, considerando que um cultivo contínuo sem a medição e o fornecimento adequados dos nutrientes do solo pode colocar em risco a sustentabilidade da agricultura, que é um dos pilares da agricultura familiar.

De acordo com Carvalho (2019) determinadas informações só poderão ser obtidas com um monitoramento constante, sendo assim, utilizar IoT vai ser imprescindível no fornecimento de dados de forma mais precisa, através de sensores e atuadores.

Para o gerenciamento das informações obtidas nas propriedades onde as informações são coletadas, o sistema desenvolvido utilizou-se de serviços como ambiente de aplicação em nuvem tornando os dados acessíveis sempre que forem solicitados.

Afirma Carvalho (2019) que a principal contribuição deste estudo está na implementação da arquitetura e das aplicações desenvolvidas que a implementam. Portanto, conclui-se que esse estudo se tornou importante para trabalhos posteriores nas quais visa melhorar a produção e o gerenciamento/controle das condições

de produção auxiliando os produtores/técnicos rurais em todo o país.

As áreas do agronegócio recebem reforços tecnológicos para dar início a sua evolução, no entanto, a agricultura em si ainda necessita preencher muitas lacunas para transformar o cenário atual em algo sustentável. A necessidade de modernização é algo inerente a todas as áreas da sociedade em que envolvem produção e esse fato faz com que haja constantemente a necessidade de inovações tecnológicas, pois caso não ocorram, isso pode gerar diversos problemas nos mais diversos setores da sociedade.

Baseando-se nesse fato, um terceiro estudo procurou apresentar a viabilidade do uso de Internet das Coisas (IoT) no âmbito da produção agrícola demonstrando que essa solução pode ser viável para os mais diversos tipos de produtores rurais.

Buscou-se desenvolver nesse estudo uma aplicação para atuar na agricultura de precisão utilizando Internet das Coisas (IoT).

Foi proposto o desenvolvimento de uma infraestrutura de sensores IoT onde visava realizar medições temporais de temperatura, umidade

relativa do ar, umidade do solo, nível de chuva, volume chuvoso, direção e velocidades dos ventos, pressão atmosférica, altitude. Essas informações seriam armazenadas em um banco de dados, disponibilizando em um painel visual de fácil acesso por meio da Internet, onde proporcionaria a oportunidade de realização de cálculos estatísticos referentes aos dados coletados.

Segundo o autor, os resultados obtidos nesse estudo permitiram identificar que o acesso as informações que apontam a aplicação da Internet das Coisas (IoT) ligada a Agricultura de Precisão (AP) é de suma importância para que os produtores saibam que existem tecnologias criadas para o seu auxílio e que por muitas vezes o seu custo de aplicação pode ser reduzido e também de que é possível desenvolver tecnologias capazes de realizar leituras de diferentes variações climáticas, com muitos componentes que podem ser adquiridos através da Internet e de baixo custo, como demonstrado ao longo do estudo realizado pelo mesmo.

Comparando os estudos desenvolvidos abordados nesse capítulo, observa-se que a utilização da Internet das Coisas (IoT) na agricultura

é de suma importância, proporcionando aos produtores rurais um maior controle da produção, com maior eficiência e menor custo. Observa-se também que a tecnologia está cada vez mais passando por mudanças que impactará a vida de todos em uma sociedade de maneira irreversível e que esse dispositivo em futuro próximo estará cada vez mais acessível a todos.

Nota-se que a tecnologia utilizando de dispositivos IoT pode auxiliar todos os produtores rurais a fim de se obter uma produção eficiente sem agredir o meio ambiente, tornando-se assim, sustentável.

Agricultura de precisão e agricultura digital

Conforme mencionado anteriormente, a constante evolução tecnológica aplicada aos diversos setores de nossa sociedade já é uma realidade permanente que irá trazer benefícios se aplicada e utilizada da maneira correta. Partindo da compreensão de que esse cenário já se trata de uma realidade que estamos experimentando, novos estudos estão surgindo para demonstrar a viabilidade e como essas diversas tecnologias podem ser aplicadas na agricultura gerando novos conceitos tais como

Agricultura de Precisão que anteriormente não existia.

A agricultura de precisão (ap) pode ser definida como o uso de práticas agrícolas com base nas tecnologias de informação (ti) e ferramentas da mecanização e automação, considerando a variabilidade do espaço e do tempo sobre a produtividade das culturas. Ela pode ser entendida como um ciclo que se inicia na coleta dos dados, análises e interpretação dessas informações, geração das recomendações, aplicação no campo e avaliação dos resultados (Geebers; Adamchuk, 2010). Dessa forma, a ap é uma ferramenta que auxilia os produtores na tomada de decisões gerenciais no manejo das culturas, levando em conta a variabilidade espacial e temporal da lavoura para obter máximo retorno econômico e reduzir o impacto ambiental (Inamasu et al., 2011). É, portanto, uma cadeia de conhecimentos, na qual máquinas, dispositivos, equipamentos e softwares são ferramentas para a coleta de dados, os quais devem ser organizados e interpretados, gerando informações para apoiar a gestão (Inamasu; Bernardi, 2014).

O quarto estudo aponta que a

automação no meio rural já é uma realidade. Ela ocorre em diversas etapas dos sistemas de produção (preparo e plantio, colheita, tratos culturais, processamento etc.) visando o aumento da produtividade; otimização do uso do tempo, insumos e capital; redução de perdas na produção; aumento da qualidade dos produtos e melhoria da qualidade de vida do trabalhador rural.

A automação é como um sistema no qual os processos operacionais de produção agrícola, pecuária e/ou florestal são monitorados, controlados e executados por meio de máquinas e ou dispositivos mecânicos, eletrônicos ou computacionais para ampliar a capacidade de trabalho humano (Inamasu et al., 2016). A AP pode ser citada também como um caso de sucesso de emprego da automação. Muitos dispositivos utilizados na AP são equipamentos e máquinas agrícolas com grande utilização de eletrônica e sistemas digitais. É por esse motivo que a AP pode ser entendida como uma forma de gestão da lavoura que leva em conta a variabilidade espacial.

Em contrapartida, a entrada de novos conceitos como a AP e a necessidade por parte dos produtores de se adaptarem as novas tecnologias/tendências e de

compreenderem como podem se beneficiar positivamente aplicando as mesmas tecnologias para otimizar e auxiliar a sua produção podem se tornar um fator de dificuldade para que isso seja realmente efetivado no dia a dia da produção. Ocorre, portanto, a necessidade de uma educação e instrução aos produtores e gestores rurais afim de que essas tecnologias quando empregadas do modo correto apresentam resultados satisfatórios e permitem com que os produtores rurais possam produzir com mais eficiência, evitando custos desnecessários e causando um menor impacto ao meio ambiente visto que é possível ter um maior controle de aspectos que anteriormente não era possível.

Observa-se, portanto, que os dispositivos IoT concomitantemente com as redes 5G formam a base e agregam para que a AP possa ser aplicada e gerenciada de forma rápida e precisa. Atrelado a esse fato, a tendência atual de elevação dos custos de produção, redução da mão-de-obra, aumento das exigências dos mercados por alimentos mais seguros, mudanças climáticas, conservação dos recursos naturais e contaminação ambiental são fatores que têm contribuído para a intensificação do desenvolvimento da

automação e da agricultura de precisão.

Diante do exposto, Bassoi et al. (2019) afirma que a Agricultura de Precisão ainda desperta fascínio pela tecnologia e o futuro que ela representa. Aos mais conservadores, porém, tende a gerar uma posição oposta de cautela e desconforto do novo (ou demasiadamente novo). Após uma década e meia no país, ainda há os fascinados e as posições mais conservadoras. Entretanto, o avanço é inegável, houve amadurecimento, o mercado se estabeleceu e a academia trouxe os resultados que são sustentados cientificamente.

Do mesmo modo que a Agricultura de Precisão (AP) surgiu para auxiliar os produtores rurais a obterem dados de forma mais precisa do que acontece na produção, um outro conceito chamado Agricultura Digital (AD) ou Agricultura Inteligente (AI) surgiu para agregar e facilitar o controle e gerenciamento dos dados coletados pela AP afim de que os produtores rurais possam tomar as melhores decisões baseados em dados factíveis.

De forma análoga a criação do conceito de agricultura de precisão, com base na evolução constante e dos estudos aplicados a tecnologia aplicada aos setores de nossa sociedade, passou

a existir a agricultura digital, estudo visando o descobrimento de procedimentos de maior viabilidade aos processos que podem ser aplicados na agricultura.

Para Bassoi et. al. (2019), a agricultura digital (ad), também atribuída a termos parecidos como agricultura inteligente (ai) ou smart farm (sf), é base para o avanço deste setor, envolvendo em partes a combinação das tecnologias da internet (rede 5G) com tecnologias orientadas para o uso de objetos inteligentes (IoT).

A AD é capaz de, com base em dados armazenados, análises anteriormente feitas do campo, relações de coleta e produções anteriores, dados coletados em tempo real, estabelecer ações de gerenciamento inteligente do campo, uma vez que, ao ter base a todo o histórico da lavoura somado ao estado atual do campo é possível se obter uma vantagem a respeito da agricultura de precisão, de forma que a AD se torna mais complexa e considera mais do que apenas a variabilidade do terreno com base em sua localização. Dessa forma, de maneira a englobar sistemas como o AP e sistemas gerenciais de agricultura, torna-se possível a existência por exemplo de um AD, o chamado Farm Management Integrated System (fmis),

sistema voltado a coletar, processar, armazenar e disseminar os dados gerados, voltados para executar automaticamente operações e funções em propriedades rurais.

A partir do momento que se une o termo agricultura com a digitalização, ou seja, ao se criar uma chamada a união da tecnologia com a agricultura, torna-se possível fazer uso de qualquer tecnologia, seja operacional ou em desenvolvimento, como robótica, nanotecnologia, proteína sintética, agricultura celular, tecnologia de edição de genes, inteligência artificial, blockchain e aprendizado de máquina, pois qualquer um deles pode possuir alta aplicabilidade e efeitos transformadores difundidos para o futuro desenvolvimento da agricultura e dos sistemas agroalimentares (BOLFE, E. L., et. al., 2021).

Com base no quarto estudo utilizado como referência nesse artigo, podemos citar a alta da capacitação de aquisição e coleta de dados por parte da AD, sendo então necessário a utilização de uma data warehouse, para que fosse possível organização, visualização, processamento, análise e/ou disponibilização e tratamento desses dados.

Devido à vasta quantidade de dados e informações obtidas, o processamento e análise em infraestruturas de alto desempenho computacional, como a computação em nuvens, grid, processamento paralelo, entre outros, são necessários para o desenvolvimento de um sistema de informação de gestão agrícola automatizado que seja robusto e confiável (BASSOI, L. H., et. al., 2019).

Também pode-se citar a aplicabilidade da AD ao se relacionar os conceitos de aplicação de sensoriamento remoto na agricultura, interação de radiação eletromagnética com o solo/planta, o índice de vegetação por diferença normalizada (Normalized Difference Of Vegetation Index, NDVI), práticas de manejo/adubação/rotação de culturas, escoamento superficial, infiltração, retenção e distribuição da água no solo, aplicação de produtos químicos, etc., que uma vez que ao se utilizar um sistema de agricultura inteligente, passou a ter inúmeros casos de avanços positivos a área da agricultura.

Para a agricultura digital, ainda existem inúmeros desafios que precisam ser supridos em relação a tecnologia para que ocorra uma

verdadeira transformação digital. No entanto, tal implementação de novas práticas agrícolas se promete como prática chave elemental para que haja uma maior contribuição a sustentabilidade e produção focada na proteção ambiental. De igual modo, a agricultura de precisão não se mostra distante, visto que a própria AP e a automação também são papéis chaves, entretanto, ainda existe a necessidade de maquinário e equipamentos cada vez mais adequados, juntamente a capacitação de técnicos, produtores e prestadores de serviços que os utilizarão.

Conclusão

Ao realizarmos a pesquisa sistemática da literatura para elaborarmos esse estudo, observa-se que o assunto de IoT bem como redes 5G aplicados na prática à agricultura é ainda um vasto campo a ser desenvolvido, pois, muitos conteúdos são novos e possuem uma ampla aplicabilidade ao setor envolvido.

Nota-se que um conjunto de componentes relacionados tais como falta de conhecimento dos produtores rurais, pouco investimento do setor público, falta de pesquisas relacionadas a tais temas, desenvolvimento de

tecnologias mais baratas, a deficiência de capacitação e o suporte aos produtores rurais, diferenças econômicas regionais entre outros aspectos. Tais problemas citados se sobressaem e acabam por colocar dificuldades em desenvolver a aplicabilidade da IoT, na prática, pois de certo modo, ocorre a necessidade de que todos os envolvidos estejam preparados para se adaptar e capacitados à nova geração de tecnologias que está surgindo.

Por outro lado, observa-se que a cada dia os produtores rurais estão se atualizando e buscando novos conhecimentos para a utilização de novas tecnologias no campo, de modo a melhorar o seu gerenciamento e a produção agrícola, diminuindo assim o impacto causado ao meio ambiente e gerando maior lucratividade.

Salientamos, portanto, a relevância de se dar continuidade a novas pesquisas que busquem atender as lacunas encontradas nos estudos utilizados e demais estudos, tornando possível com que consigamos atingir o nível de conhecimento nos assuntos envolvidos ideais para serem colocados em prática de modo mais fácil e acessível a todos.

Referências

Adamchuk, V. I. et al. **On-the-go soil sensors for precision agriculture**. Computers and Electronics in Agriculture, v. 44, p. 71-91, 2004.

BASSOI, Luís Henrique et al. **Agricultura de precisão e agricultura digital**. Teccogs, [s. l.], n. 20, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1121544/1/AgriculturaPrecisaoAgriculturaDigital.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

BERTÉ, R. **Agricultura familiar e os desafios da sustentabilidade econômica e ambiental**. 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/opiniaao/artigos/agricultura-familiar-e-os-desafios-da-sustentabilidade-economica-e-ambiental-eangjl4y825ck6wk2tldvvi4u>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

BOSCH. Disponível em: <https://www.bosch.com.br/noticias-e-historias/aiot/>. Acesso em 24 abr. 2022.

Brettel, M. et al. **How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an industry 4.0 perspective**. International Journal of Mechanical Engineering and Applications, v. 8, n. 1, p. 37-44, 2014.

BRITO, Lucas L. F.; MIRANDA NETO, Milton; OLIVEIRA, Monica R. F.; MORAES, Ígor A.; MUNIZ, Vinicius Angelo O. **Protocolos de Comunicação para Internet of Things (IoT)**. Intercursos Revista Científica, Ituitaba, v. 17, n. 1, p. 57-73, jan.-jun., 2018. Disponível em: <<https://revista.uemg.br/index.php/intercursosrevistacientifica/article/view/3712/2089>>. Acesso em: 12 fev. 2020.

CARVALHO, Marcos de Alencar. **APLICAÇÃO DISTRIBUÍDA DE MONITORAMENTO DE SOLOS PARA AGRICULTURA FAMILIAR UTILIZANDO INTERNET DAS COISAS.** Orientador: Filipe Maciel Roberto. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) - Universidade Federal do Ceará, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/50543>. Acesso em: 12 maio 2022.

CISCO. Disponível em: https://www.cisco.com/c/pt_br/solutions/what-is-5g.html?msclkid=94532fe5cfea11ec8cdc4a005cbbdbd. Acesso em 09 mai. 2022.

FUTUREIOT. Disponível em: <https://futureiot.tech/idc-storage-of-iot-data-will-be-vital-to-business-success/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

IBM. Disponível em: <https://www.ibm.com/topics/supply-chain-management>. Acesso em: 18 abr. 2022.

JESUS, Klebio de. **APLICAÇÃO DE INTERNET DAS COISAS (IoT) NA AGRICULTURA DE PRECISÃO.** Orientador: Ronaldo Ferreira da Silva. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Informação) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS (UEG), [S. l.], 2021. Disponível em: <http://aprender.posse.ueg.br:8081/jspui/handle/123456789/274>. Acesso em: 12 maio 2022.

LABORSOLO, L. **Análise química do solo - Macro e micronutrientes, P-rem, CTC e pH.** 2018. Disponível em: <https://www.laborsolo.com.br/analisis>

e-quimica-do-solo/>. Acesso em: 23 abr. 2018.

Liao, Y.; Deschamps, F.; Loures, E. D. F. R.; Ramos, L. F. P. **Past, present and future of industry 4.0 – A systematic literature review and research agenda proposal.** International Journal of Production Research, v. 55, n. 12, p. 3609-3629, 2017.

LIMA, Karoline Rodrigues. **Desenvolvimento de Protótipo para Automação de Sistema de Irrigação Utilizando IoT.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/4758>. Acesso em: 12 maio 2022.

MOREIRA, J. A.; MONTEIRO, W. M.; **O uso da computação desplugada em um contexto de gamificação para o ensino de estrutura de dados.** Novas Tecnologias na Educação. CINTED-UFRGS. V. 16 Nº 2, p.546-555, dezembro de 2018.

SAS. Disponível em: <https://blogs.sas.com/content/hiddensights/2020/07/31/artificial-iot-com-o-relancamento-da-atividade-economica-numa-fase-pos-covid19-como-poderemos-alavancar-o-iot-para-tornarmos-as-nossas-empresas-fabris-mais-eficientes/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

SHAFIQUE, K. et al. Internet of Things (IoT) for Next-Generation Smart Systems: **A Review of Current Challenges, Future Trends and Prospects for Emerging 5G-IoT**

Scenarios. IEEE Access. V. 8, pag. 23022-23040, 28 de janeiro de 2020.

SOARES, I. F.; MELO, A. C. D.; CHAVES, A. D. C. G. **A agricultura familiar: Uma alternativa para o desenvolvimento sustentável no município de condado–pb.** Informativo Técnico do Semiárido, v. 3, n. 1, p. 56–63, 2010.

Sundmaeker, H. et al. Internet of food and farm 2020. In: Vermesan, O., Friess, P. (org.). **Digitising the industry: internet of things connecting physical, digital and virtual worlds.** Gistrups: River Publishers, 2016. p. 129-151.