

**PLATAFORMA DEMÉTER: FERRAMENTA INTELIGENTE
DE MONITORAMENTO E GERÊNCIA DE ÁGUA BASEADO
EM INTERNET DAS COISAS (IoT)**

**DEMETER PLATFORM: SMART WATER MONITORING
AND MANAGEMENT TOOL BASED ON THE INTERNET OF
THINGS (IoT)**

DOI: <https://doi.org/10.31692/2764-3425.v3i1.106>

¹ FRANCISCO MOZAR RODRIGUES JÚNIOR

Sistemas para internet, IF-Sertão-PE, francisco.mozar@aluno.ifsertao-pe.edu.br

² PEDRO LEMOS DE ALMEIDA JÚNIOR

Doutor em química, IF-Sertão-PE, pedro.lemos@ifsertao-pe.edu.br

³ MARCELO ANDERSON BATISTA DOS SANTOS

Doutor em ciências da computação, IF-Sertão-PE, marcelo.santos@ifsertao-pe.edu.br

RESUMO

A escassez de recursos hídricos no sertão pernambucano afeta diretamente os agricultores familiares trazendo problemas para a produção e abastecimento de alimentos. Esse artigo relata o desenvolvimento de um sistema de irrigação de precisão de baixo custo, fazendo uso de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Longe Range Wide Area Network (LoRaWAN), buscando fornecer um sistema que possibilita ao agricultor aumentar a sua produção e diminuir o consumo de recursos hídricos, trazendo benefícios para a produção e também para o meio ambiente.

Palavras-chave: agricultura familiar. internet das coisas(IoT). recursos hídricos.

RESUMEN

La escasez de recursos hídricos en el sertón pernambucano afecta directamente a los agricultores familiares, generando problemas en la producción y suministro de alimentos. Este artículo informa sobre el desarrollo de un sistema de riego de precisión de bajo costo, utilizando tecnologías como Internet de las cosas (IoT) y Red de Área Amplia de Largo Alcance (LoRaWAN). El objetivo es proporcionar un sistema que permita a los agricultores aumentar su producción y reducir el consumo de recursos hídricos, generando beneficios tanto para la producción agrícola como para el medio ambiente.

Palabras-Clave: agricultura familiar. internet de las cosas (IoT). recursos hídricos.

ABSTRACT

The scarcity of water resources in the semi-arid region of Pernambuco directly impacts family farmers, causing issues in food production and supply. This article reports on the development of a low-cost precision irrigation system, utilizing technologies such as the Internet of Things (IoT) and Long Range Wide Area Network (LoRaWAN). The aim is to provide a system that enables farmers to increase their production while reducing water consumption, bringing benefits to both agricultural output and the environment.

Keywords: internet of things (IoT). family farming. water resources.

INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel vital na economia brasileira, sendo não apenas uma fonte significativa de empregos, alimentos e bioenergia para o país, mas também desempenhando um papel crucial no cenário global. Este setor representa uma parcela substancial do Produto Interno Bruto (PIB) nacional, contribuindo com impressionantes 21%. Além disso, é responsável por um quinto dos postos de trabalho no país e por expressivos 43,2% das exportações, evidenciando seu impacto expressivo e multifacetado na prosperidade econômica nacional. IPEA (2022)

Dentro do panorama agropecuário nacional a agricultura familiar destaca-se como um pilar fundamental. Sua produção abastece 77% dos estabelecimentos agrícolas, contribuindo de maneira essencial para a segurança alimentar. Além disso, gera mais de 10 milhões de empregos, solidificando sua importância socioeconômica e contribuindo para posicionar o Brasil como o 8º maior produtor de alimentos globalmente. IPEA (2022)

Diante desse cenário, surgem paradigmas promissores, como a agricultura 4.0 ou agricultura digital, que estão conquistando espaço no mercado do agronegócio. No Brasil, esse paradigma ganha crescente destaque, sendo cada vez mais adotado na agricultura. Observa-se que grandes produtores rurais já incorporam diversas dessas tecnologias para aprimorar e maximizar o cultivo de diferentes culturas. Antecipa-se que a aplicação dessas tecnologias na produção de alimentos não apenas aprimora a eficiência agrícola, mas também desempenha um papel crucial no combate à fome e na resposta à crise climática. Dado o significativo tamanho da produção agrícola brasileira, a adoção contínua dessas inovações assegura um crescimento sustentável a longo prazo para o país.

Com a integração destes novos paradigmas atrelados a agricultura 4.0, desenvolvemos um produto que tensiona maximizar a produção de alimentos e minimizar o consumo de água, fazendo o uso de diversas tecnologias e hardwares de baixo custo, de modo tal possam garantir alta eficiência para gerar uma solução adequada para as demandas de pequenos agricultores do sertão pernambucano.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A agricultura familiar é um setor da agropecuária na produção de alimentos que representa uma boa parcela do que é produzido no Brasil tendo destaque por produzir principalmente o que abastece a mesa dos brasileiros, o processo em questão é definido como

um modelo de produção que é executado por pequenos produtores rurais, povos e comunidades tradicionais, silvicultores, aquicultores, extrativistas e pescadores, utiliza predominantemente a mão-de-obra familiar em todo processo de produção e gerenciamento do estabelecimento ou empreendimento agrícola.

A agricultura familiar ocupa uma extensa área de produção no Brasil chegando a 80,9 milhões de hectares, ela pode se encontrar todos os biomas do país e pode se caracterizar por sua variedade de produção e pela diversidade de culturas que está integrada por todo país, a sua multifuncionalidade vem sendo cada vez mais reconhecida não só pela produção de alimentos, mas também por gerar empregos e rendas principalmente em áreas de desamparo econômico, além de contribuir ecologicamente minimizando riscos decorrentes da degradação ambiental e do aquecimento global (EMBRAPA, 2017).

Ponto crucial para a produção agrícola a irrigação pode resultar, por conta da instabilidade de recursos hídricos em períodos de longas estiagens, em perdas de até 50% da produção, em outros casos vemos que o estresse hídrico restringe a produtividade das culturas, a escassez de chuvas ocasiona na falta de recursos hídricos o que torna métodos como a irrigação de precisão mais rentáveis. (Bernardo, Soares e Mantovani, 2006)

A irrigação de precisão é uma prática usada para fornecer água para culturas de forma eficiente (ROHRIG, 2021), para a eficiência a racionalidade dos recursos hídricos podem ser alcançado fazendo o uso de ferramentas atreladas a agricultura 4.0, então fazer o uso da automatização de sistemas e o uso de inteligência artificial para definir as necessidades das culturas para assegurar e maximizar a eficiência do sistema.

Dessa forma, no processo atual da agricultura vemos cada vez mais o crescimento do uso de tecnologias no campo, trazendo o conceito de agricultura 4.0 que é um movimento que teve início na Alemanha em 2011 a partir de um projeto de modernização, onde se originou a partir do conceito da indústria 4.0 que visa modernizar processos existentes e informatizar sua produção, iniciando o uso de tecnologias como Internet of Things (IoT) e “Machine Learning” em seus processos (FORBES, 2022).

Um dos pilares tecnológicos da Agricultura 4.0, a Internet das coisas ou Internet of Things (IoT) surgiu em 1999 por Kevin Ashton, inicialmente como um termo para conexão de objetos físicos com a internet. O paradigma recentemente vem ganhando mais força, com os avanços tecnológicos na computação e sensoriamento torna mais palpável a criação de smart homes ou agrosmart.

Para a irrigação de precisão a internet das coisas é uma peça fundamental, pois para o mais otimizado uso de sensores e envio dos dados e também para fazer uso de uma rede distribuída de dispositivos independentes. A automação de processo é um ponto importante para o funcionamento da irrigação de precisão .

Como ferramenta fundamental a ser atrelada a internet das coisas a computação em nuvem ou cloud computing trata de um paradigma da computação de grande escala na internet tornando possível o armazenamento de recursos, programas e informações totalmente online, permitindo o acesso a todos os recursos de qualquer dispositivo ou local que o usuário se encontre, esse serviço é disponibilizado por grandes empresas da área de tecnologia, como a Amazon e Google, por exemplo.

Os serviços de nuvem podem se encontrar totalmente online e por ser um serviço que fica alocado em grandes data centers possibilitando que o sistema possa ter uma maior escalabilidade. Então para garantir a circulação dos dados na rede distribuída do sistema é importante manter todos os dados online visando melhorar as possíveis consultas efetuadas no sistema e aprimorar a comunicação dos hardwares implantados no sistema, é de importância fazer com que estes dados fiquem de fácil acesso para a aplicação.

Considerando a necessidade de comunicação entre dois ou mais dispositivos, por meio de protocolos de sistemas distribuídos, é necessário o uso de APIS (do inglês, *Application Programing Interface*). De forma geral, a principal comunicação de APIs é realizada por meio da arquitetura cliente servidor, atualmente contamos com muitos modelos estruturais para diferentes tipos de api, tendo como exemplo, Simple Object Access Protocol (SOAP), Remote Procedure Calls (RCP), Representational State Transfer (REST) e etc, podemos declarar que cada modelo estrutural pode ser usado para casos específicos.

Com o uso de paradigmas como Internet das Coisas, Computação em nuvem no funcionamento da plataforma, visando a devida comunicação entre os dispositivos integrados no sistema com a nuvem e apresentação dos dados no software, o modelo de interface escolhido para essa conexão, é denominado API REST, então o uso de uma API juntamente com REST torna possível o envio de informações por meio de requisições http que por seus cabeçalhos fazem o envio de informações que podem ser interpretadas por qualquer linguagem de programação, melhorando assim a interoperabilidade dos sistemas.

De modo a facilitar a aderência dessas tecnologias pelos pequenos produtores é importante que essas sejam adequadas às ferramentas e dispositivos que esses já dispõem e estão habituados a utilizar. Considerando que 94% desses possuem telefones celulares, e destes

94%, 68% são smartphones (Teletime, 2021) é natural considerar que aplicativos móveis podem ser uma ferramenta mais inclusiva e adequada ao público alvo desse projeto.

Por outro lado, mesmo com a API adequada, o sistema IoT e de processamento em nuvem devidamente implementado, a dificuldade de conexão no meio do campo, afeta diretamente a comunicação dos sensores com o serviço de nuvem, pois sem esse acesso é impossível enviar qualquer dado para um plataforma online, para quebrar essa barreira é abordado uma nova tecnologia chamada Long Range Wide Area Network (LoRaWAN), por ser um sistema que oferece um baixo gasto de energia e torna possível a comunicação em longas distâncias rompendo uma das principais dificuldades da implantação do sistema no campo.

Uma rede LoRaWAN baseia-se em um sistema de troca de mensagens em baixa frequência, o que possibilita ter uma maior área de alcance, chegando até 10 Km, em campo aberto.

Considerando que todo sistema de comunicação entre os sensores e a internet, além dos protocolos de comunicação e processamento em nuvem estejam devidamente implementados. Faz-se necessário o desenvolvimento de hardware adequado ao ambiente no qual será utilizado, para tanto é comum o uso de técnicas de manufatura aditiva, como a Impressão 3D, na confecção de dispositivos, principalmente protótipos.

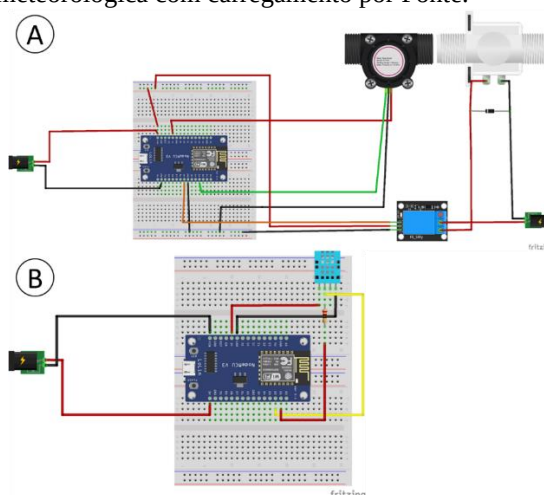
METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa que utiliza o método exploratório, qualitativo com prototipagem, visando explorar novas tecnologias e novas técnicas para melhorar o uso da irrigação para pequenos e médios produtores, buscando entender e ter feedbacks das necessidades do agricultor, desenvolvendo protótipos que serão integrados no sistema. Dessa forma, a Plataforma Deméter tensiona otimizar o uso de recursos hídricos, evitando o desperdício e melhorando a eficiência do uso da água com a irrigação de precisão, diminuindo a necessidade do contato do humano com o processo de irrigação.

Inicialmente a Plataforma Deméter conta com o desenvolvimento de dois protótipos que são usados no processo de irrigação de precisão, o primeiro protótipo é encarregado do processo de irrigação pelo controle do fluxo de água, o segundo é uma estação meteorológica que é responsável pelo o monitoramento de temperatura e umidade do ar. Inicialmente ambos os protótipos eram ligados a fontes de alimentação, sendo duas fontes de 5V e uma fonte de 12V, as fontes de 5V eram usadas para alimentação de dois NodeMCU Esp8266, e a fonte de 12V

para um válvula solenóide, Figura 01.

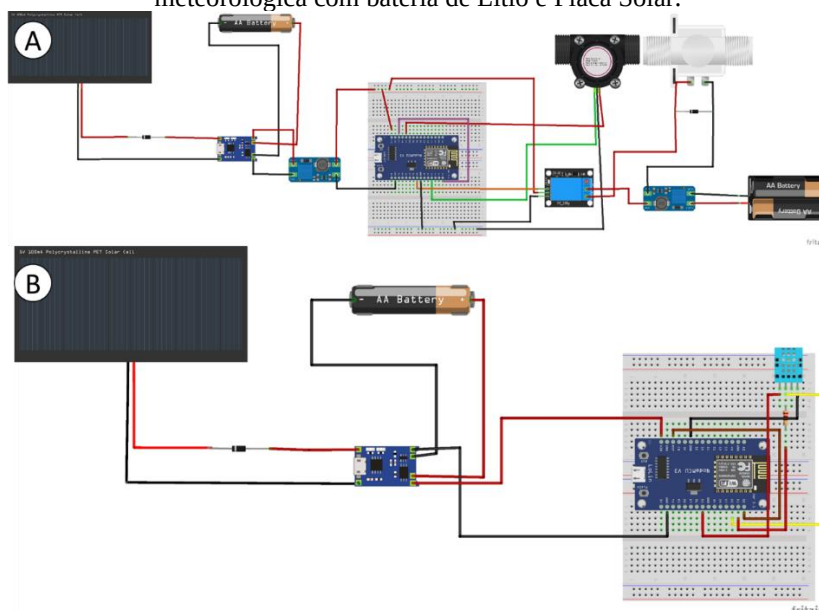
Figura 01- (A) Protótipo de controle de irrigação com carregamento por Fonte. (B) Protótipo da estação meteorológica com carregamento por Fonte.



Fonte: Própria (2023)

Com o avanço da pesquisa foram feitas algumas alterações nos protótipos listadas acima, a mudança mais significativa foi a alteração da alimentação do NodeMCU Esp8266 para que essa seja realizada por baterias de lítio o que possibilita o carregamento destas baterias usando células fotovoltaicas a partir de uma placa de carregamento chamada TP4056, outra mudança referente ao protótipo é no setor do controle do fluxo para a irrigação, onde uma das principais mudanças futuras é a troca da válvula solenóide por uma bomba periférica, Figura 02.

Figura 02- (A) Protótipo de controle de irrigação com Bateria de Lítio e Placa Solar. (B) Protótipo de estação meteorológica com bateria de Lítio e Placa Solar.

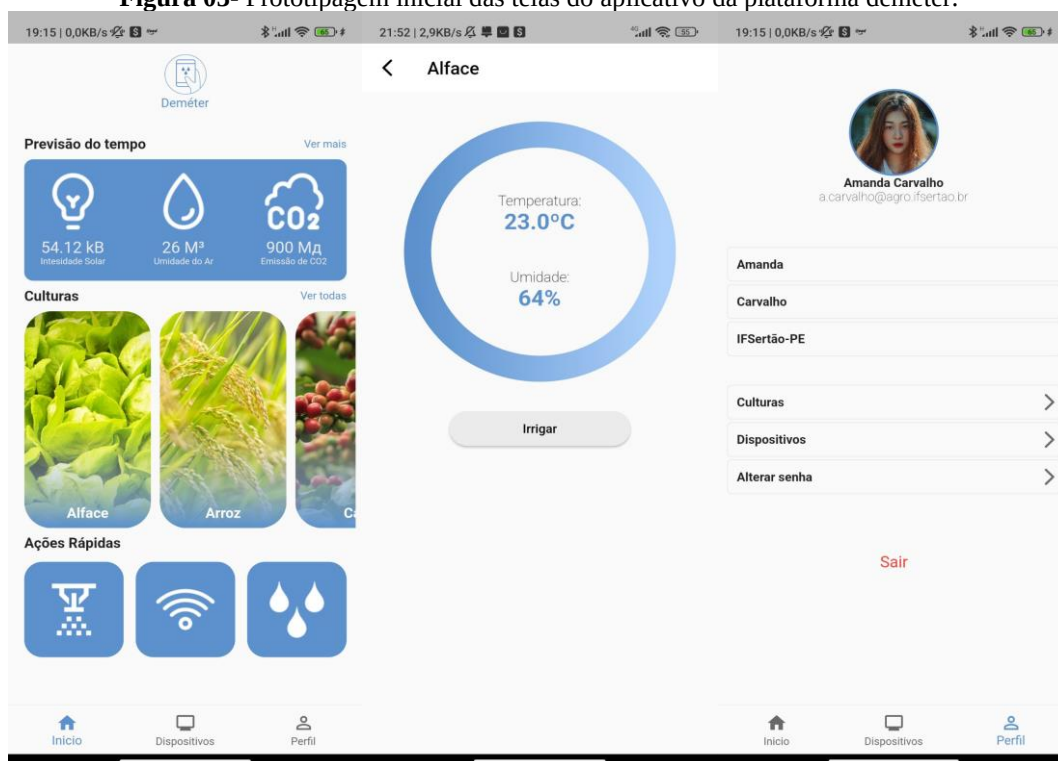


Fonte: Própria (2023)

Para a criação do aplicativo para dispositivos móveis que será usado para a visualização

de todos os dados foram feitas algumas pesquisas e análises sobre como a interface do app deveria funcionar, inicialmente foi desenvolvido um protótipo para o aplicativo usando o framework Flutter que é baseado na linguagem de programação dart, o framework desenvolvido pelo google é multiplataforma, é amplamente usada no desenvolvimento de aplicativos para dispositivos móveis por ser, conforme pode ser observado na Figura 03.

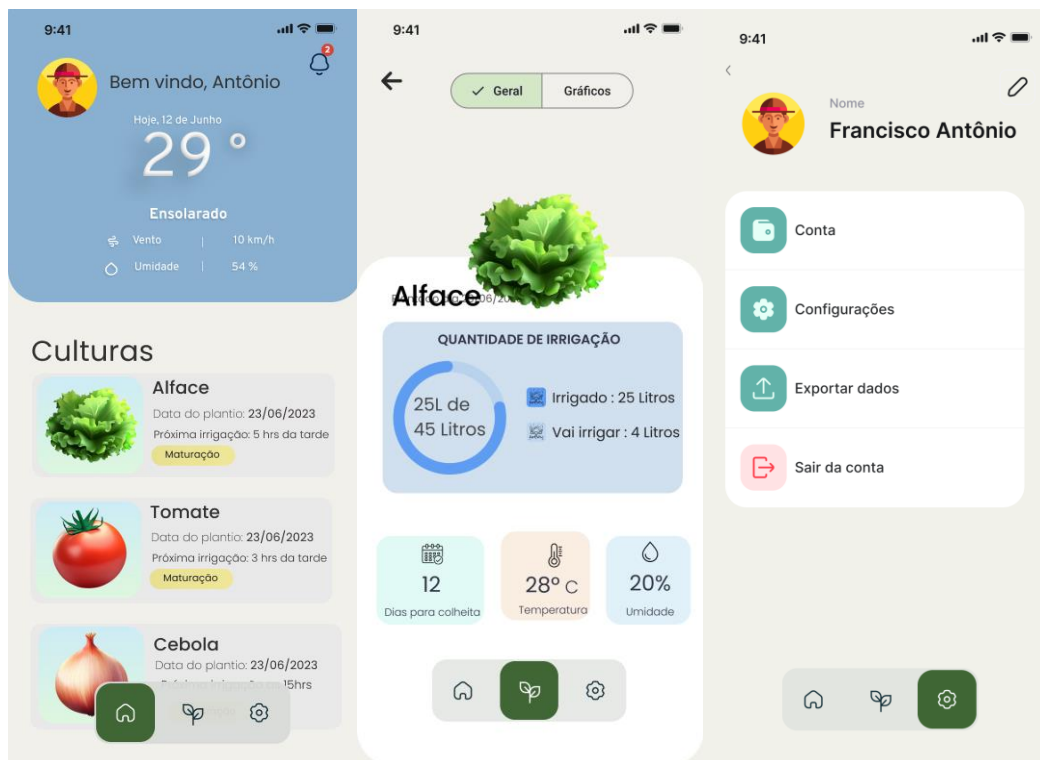
Figura 03- Prototipagem inicial das telas do aplicativo da plataforma deméter.



Fonte: Própria (2023)

A partir de algumas validações, foi analisado que a ideia principal do sistema como um todo é diminuir a necessidade do contato direto do agricultor com a sua produção e com o sistema, então com estudos de viabilidade, usabilidade e experiências do usuário foi desenvolvido um protótipo de alta fidelidade na plataforma Figma, com o intuito de manter os dados mais intuitivos e de fácil acesso e entendimento para o agricultor, a partir disso foi iniciado o processo de desenvolvimento do aplicativo, conforme pode ser observado na Figura 04.

Figura 04- Prototipagem final das telas do aplicativo da plataforma demeter.

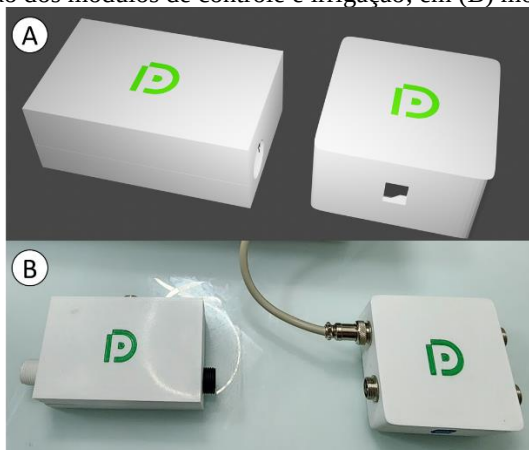


Fonte: Própria (2023)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando o software de modelagem Blender 3D e impressoras do tipo Creality CR-10 e Ender 3, foram modelados e impressos os módulos para acondicionamento dos circuitos. Esses módulos foram modelados de modo a comportar os circuitos, permitindo suas conexões garantindo resistência física, foi utilizado o filamento PETG para essa finalidade, além de conectores a prova d'água, como pode ser observado nos modelos apresentados na **Figura 05**.

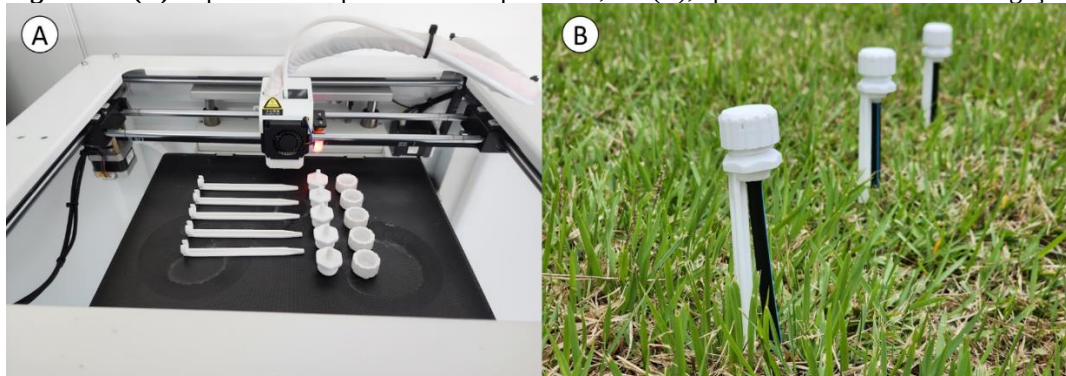
Figura 05- (A) Renderização dos módulos de controle e irrigação, em (B) módulos impressos e montados.



Fonte: Própria (2023)

Considerando que os módulos estavam prontos, esses foram aplicados em estudos de campo, buscando avaliar sua eficiência energética, confiabilidade e precisão nos processos de irrigação, bem como sua atuação ao longo do tempo. Nesses estudos foram utilizados aspersores, também impressos, de modo a permitir uma redução no custo de aquisição desses, Figura 06.

Figura 06- (A) Aspersores em processo de impressão e, em (B), aplicados em sistemas de irrigação.



Fonte: Própria (2023)

CONCLUSÕES

Devido a grande popularidade da Internet das Coisas ligado à agricultura, podemos ver que essa transformação digital já é realidade no Brasil onde já temos avanços tecnológicos significativos no setor da agricultura, com isso se torna mais viável o uso da irrigação de precisão, para melhorar otimização dos recursos hídricos usados na produção, visando principalmente minimizar gastos desnecessários e maximizar o retorno da produção.

É visto ao decorrer do processo do projeto a abrangência de várias tecnologias em várias frentes de trabalho e o uso de diversas ferramentas para a construção das aplicações e implementações tecnológicas, arquiteturas e modelos para a compreensão das dificuldades da combinação de várias tecnologias como Internet das Coisas, computação em nuvem, LoRaWAN, além do uso de Células Solares para fazer a combinação de áreas como o Agronegócio e a Tecnologia da Informação para a criação de um sistema de irrigação de precisão. Soma-se a isso o baixo custo e facilidade de impressão de aspersores personalizados de acordo com o tipo de irrigação desejada, tem-se um sistema de baixo custo e acessível para aplicações de agricultura familiar, pequenos e médios produtores, resultado um produto que agrega valor à produção, gerando renda e eficiência produtiva para esses.

REFERÊNCIAS

A INTERNET das coisas (IoT) e seus benefícios para agronegócio. Disponível em: <https://ecotrace.info/a-internet-das-coisas-iot-e-seus-beneficios-para-agronegocio/>. Acesso em: 25 out. 2023.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8a ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 625 p.

GUBA, E. G.; LINCOLN, Y. S. **Fourth generation evaluation**. Newbury Park, London, New Delhi: Sage, 1989.

IPEA. Projeção do valor adicionado do setor agropecuário para 2023. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/cartadeconjuntura/wp-content/uploads/2023/06/230707_cc_59_nota_28.pdf.

MAFRA, E. T. **O que é a Agricultura 4.0?** Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesagro/2022/05/o-que-e-a-agricultura-4-0>.

Mait Bertollo, Ricardo Abid Castillo et Matheus Dezidério Busca, Internet das coisas (IoT) e novas dinâmicas da produção agrícola no campo brasileiro, Confins [En ligne], 56 | 2022, mis en ligne le 26 septembre 2022, consulté le 31 octobre 2023. URL : <http://journals.openedition.org/confins/47229>; DOI : <https://doi.org/10.4000/confins.47229>

PALUDO, Larissa. O que é manufatura aditiva, como funciona e quais as vantagens. 2022. Disponível em: <https://blog.sesisenai.org.br/o-que-e-manufatura-aditiva/>.

ROHRIG, Bruna. **Como a irrigação de precisão pode otimizar o uso da água e gerar economia na fazenda**. 2021. Disponível em: <https://blog.aegro.com.br/irrigacao-de-precisao/>.

Vieira, A. C. F. (2021). Energias renováveis e sua eficiência na nova economia energética no Brasil. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, 8(18), 211–223. Disponível em: [https://doi.org/10.21438/rbgas\(2021\)081813](https://doi.org/10.21438/rbgas(2021)081813)

Submetido em: 30/04/2024

Aceito em: 29/07/2024

Publicado em: 31/07/2024

Avaliado pelo sistema *double blind review*