**RESUMO**

SANTOS, Matheus Vieira da Silva. **Desenvolvimento de um sistema de monitoramento de dados agrícolas de um tensiômetro digital: Agrodados**. 2021. 79p. Monografia (Graduação em Sistemas de Informação) – Universidade Estadual de Goiás – UEG – Câmpus Santa Helena de Goiás, 2021.

O uso de tecnologia na agricultura é cada vez mais intenso. Conceitos de agricultura de precisão e internet das coisas hoje são aplicados na área agrícola não apenas com o intuito de gerar valor econômico ao mercado agropecuário, mas também trazer sustentabilidade para esta área. A economia de recursos hídricos é um fator ecológico muito beneficiado por estas tecnologias. Fazer a coleta de dados de uma determinada área de cultivo, pode trazer indicadores importantes para determinar a necessidade de irrigação no local. O monitoramento destes indicadores é feito de diversas formas e com ferramentas que se diferem em tempo de execução, valor de implantação, e precisão da informação. Neste cenário, a proposta deste trabalho foi desenvolver um sistema web, que através da captura de dados dos sensores de um tensiômetro digital, forneça informações referentes a indicadores que apontem uma potencial necessidade de irrigação, apresentando de forma inteligível os resultados para o usuário através de uma interface gráfica. O sistema Agrodados foi desenvolvido na linguagem de programação *JavaScript* utilizando *Node.js* e o *framework ReactJS*. Utilizou-se neste projeto conceitos *UI* e *UX Design* que possibilitaram tornar a interação de usuário muito mais intuitiva. Espera-se que o Agrodaods contribua de forma positiva, para pesquisadores da área agrícola, e que se torne uma ferramenta de uso prático para produtores rurais que necessitam de uma ferramenta para controle de irrigação.

**Palavras-chave:** Tensiômetro Digital, Agricultura de Precisão, Tecnologia.

**1. INTRODUÇÃO**

**1.1. Contextualização**

Não há dúvidas de que os desafios propostos à agricultura, somente serão superados com a adoção de tecnologias modernas. E estas tecnologias devem trabalhar em perfeita sintonia com a conservação ambiental (Embrapa, 2017).

Para Diniz (2017, p. 1) “a conscientização de todos de que a água de qualidade para consumo e irrigação é um recurso finito e que seu uso deverá ser feito de maneira racional, a fim de evitar desperdícios e contaminação de mananciais, é importante e urgente”. Nesse sentido, as tecnologias voltadas para gestão de irrigação podem contribuir para a economia dos recursos hídricos.

Diniz (2017, p. 1) também afirma que no que tange a irrigação, “é possível economizar recursos hídricos e energéticos a partir do momento em que se determina quando e quanto irrigar, visando entender as necessidades hídricas das plantas de forma racional”.

Pode-se dizer que, quando o controle de irrigação é feito com o apoio de tecnologias modernas que contribuem para gerar informações precisas, é possível aferir a necessidade hídrica da plantação de forma mais assertiva.

Um dos métodos de determinar o momento de irrigar, é conhecendo indicadores de manejo com base na tensão de água no solo, utilizando a técnica para controle de irrigação conhecida como tensiometria.

Os tensiômetros têm a finalidade de indicar a tensão, em tempo real, que a água se encontra retida no solo, por meio da curva de retenção, pode-se fazer a leitura no tensiômetro e determinar a umidade do solo, possibilitando o monitoramento da umidade do solo e a aplicação da irrigação no momento e na quantidade certos (TEIXEIRA, 2017).

Segundo Baldassin (2020), o principal benefício do uso do tensiômetro é a economia de água e energia elétrica, assim podendo contribuir com a economia de gastos do estado para fornecer eletricidade gratuita ou subsidiada.

Pereira *et al* (2020 apud BITELLA et al., 2014), afirma que recentemente, avanços no campo de componentes de hardware de código aberto, como o Arduíno que se trata de uma plataforma de prototipagem eletrônica, abriram novas possibilidades para o desenvolvimento de soluções de medição que podem se relacionar a sistemas de transmissão e armazenamento de dados.

A utilização de um tensiômetro digital com as funções básicas de um tensiômetro convencional, construído com componentes eletrônicos baseados na plataforma de hardware Arduíno, visando a transmissão de dados, abre possibilidades para integrar outras tecnologias modernas à metodologia de controle de irrigação por tensiometria.

Portanto, o presente estudo visa apresentar o desenvolvimento de um sistema web para captura de dados de um tensiômetro digital e fornecer informações referentes a indicadores para averiguar a necessidade de irrigação, apresentando os resultados para o usuário através de uma interface gráfica. O sistema é denominado Agrodados, pois tem o intuito de fazer a captura de dados agrícolas de um tensiômetro digital. Foi desenvolvido utilizando o *framework* ReactJS, usando a biblioteca de componentes Naterial-UI para estilização ágil de telas, tendo seu código fonte escrito no editor de texto Visual Studio Code, Git e o GitHub, e o banco de dados Firebase.

Espera-se que o projeto é proporcione agilidade, facilidade e precisão na obtenção de informações referentes a irrigação, mesclando as tecnologias citadas com a técnica de tensiometria digital.

**1.2. Motivação**

No âmbito de tecnologias conectadas à internet, como IoT, voltadas para soluções no meio agrícola, o grande desafio que se tem é justamente a conectividade entre dispositivos e com a internet gerando dificuldades na obtenção de dados à longa distância, por tanto a conectividade a infraestrutura de redes e a capacitação do trabalhador rural são desafios da IoT da agricultura (Embrapa, 2019).

O desafio da conectividade se dá também pelo distanciamento entre as propriedades e os diversos dispositivos em função da dificuldade do sinal de *wi-fi*, o que pode ocasionar a limitação do uso de algumas tecnologias na agricultura, como por exemplo, a utilização de arduino para controle de sensores para determinação aplicação.

A necessidade de desenvolver um sistema que comunique com o hardware de um tensiômetro digital e forneça informações referentes aos sensores do mesmo, realizando o monitoramento a longa distância e possibilitando o controle de irrigação mais dinâmico e eficiente podendo contribuir para a economia de recursos hídricos energéticos.

Outro motivo é a tentativa de viabilizar a aplicação dos conceitos de agricultura de precisão na prática agrícola, podendo contribuir para o gerenciamento dinâmico de lavouras.

**1.3. Objetivos**

**1.3.1. Objetivo geral**

Desenvolver uma aplicação web para auxiliar no monitoramento de dados agrícolas oriundos de um tensiômetro digital.

**1.3.2. Objetivos específicos**

✔ Integrar a placa *shield* com o tensiômetro digital para disponibilizar os dados em web server;

✔ Efetuar a leitura dos dados (oriundos da placa *shield*) através da plataforma *zabbix*;

✔ Gerar uma API dos dados (na plataforma *zabbix*) para alimentar a aplicação Agrodados;

✔ Definir tecnologias mais adequadas (frameworks e bibliotecas) para desenvolver a aplicação;

✔ Definir layout de disposição de componentes da aplicação, bem como o design das telas do mesmo;

✔ Possibilitar o monitoramento dos dados em um *dashboard*;

✔ Realizar a implantação do sistema;

✔ Efetuar testes de usabilidade;

**1.4. Organização do Trabalho**

Este trabalho constituído em três capítulos, sendo que o primeiro capítulo é abordado à introdução composta pela contextualização, problema, os objetivos gerais e específicos, bem como, a motivação para o desenvolvimento do projeto. O referencial teórico trata dos conceitos que permeiam o tema do projeto é descrito no segundo capítulo. No terceiro capítulo é apresentado a proposta de projeto, os materiais e métodos utilizados no desenvolvimento do trabalho.

No quarto capítulo são apresentados os resultados alcançados do projeto e o quinto capítulo são mostradas as considerações finais e também as propostas de trabalhos futuros, com base nos resultados.

**1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

Este capítulo aborda os conceitos que permeiam o desenvolvimento do projeto e formam a base teórica para este trabalho.

**2.1. Agricultura 4.0**

Agricultura 4.0 (Agro 4.0), é um termo que advém da indústria 4.0, aplicada a agricultura referindo-se ao uso de tecnologias de ponta na produção de alimentos (RIBEIRO; MARINHO; ESPINOSA, 2018). O intuito da agricultura 4.0 é, a partir do uso de tecnologias modernas, executar processos na agricultura de forma racional e eficaz, podendo assim, economizar recursos, otimizar os processos que são executados na produção agrícola e auxiliar no processo decisório.

A Agro 4.0, emprega diversos métodos computacionais de alto desempenho, dentre estes métodos são utilizadas rede de sensores comunicação máquina para máquina (M2M), além de métodos e soluções analíticas que são usados para processar grandes volumes de dados e desenvolver sistemas de suporte à tomada de decisões e manejo (MASSRUHÁ; LEITE, 2017).

As diversas tecnologias empregadas na Agro 4.0 são voltadas para várias vertentes de manejo incluindo a irrigação, e existem alguns métodos de controle de irrigação que contam com o apoio de tecnologia de ponta. Os aplicativos móveis que permitem obter informações de solo e atmosfera a longa distância, se destacam por levar praticidade ao agricultor e possibilitar uma interpretação precisa de dados.

Existem alguns desafios com relação a conectividade em lavouras. Massruhá e Leite (2017, p. 30) afirmam que “a dificuldade para acessar a Internet ainda é um dos limitantes para o avanço dos aplicativos móveis no meio rural. Entretanto, os indicadores de uso vêm melhorando ao longo dos anos”.

Diversos conceitos inovadores também podem ser empregados neste contexto visando a transmissão de dados entre dispositivos e sistemas conectados, entre estes, está a Internet das Coisas (IoT).

**2.3. Internet das Coisas – *Internet of Things* (IoT)**

A Internet das Coisas, ou em inglês, *Internet of Things* (IoT), imagina-se coisas diversas conectadas à internet, como *smartphones, smart watches*, entre outros dispositivos que poder ser conectados à internet, no entanto, IoT também se trata de dispositivos conectados que podem ou não ter interação entre eles (BORBA, 2018).

De acordo com Magrani 2018, o que todas as definições de IoT tem em comum é que elas se concentram em como computadores, sensores e objetos se integram uns com os outros e processam informações/dados em um contexto de hiperconectividade.

No meio agrícola, a IoT também está presente e atrelada aos conceitos da Agro 4.0, uma vez que, se trata de conectividade entre máquinas, ferramentas e sensores.

Na irrigação a IoT, não só pode, como já é utilizada. É indiscutível necessidade de água na prática agrícola, o grande desafio é a utilização da mesma somente na quantidade e nos momentos adequados. Neste sentido, a utilização de sensores estrategicamente posicionados no solo, que possam transmitir informações sobre a localidade, pode determinara a necessidade de irrigação da área, otimizando o trabalho, a energia e os recursos (JACTO, 2019).

**2.4. Tecnologias para monitorar a Umidade do solo**

A umidade do solo é um indicador importante para determinar a necessidade de irrigação. Martins (2019, p. 15) menciona que “o conhecimento da umidade do solo é um fator de grande relevância na agricultura, sendo que os teores de água no solo podem variar em função dos diferentes tipos de solo”. A desuniformidade do solo é um fator que influencia também na irrigação. O monitoramento de umidade do solo é uma prática importante na agricultura.

Lucas (2019, p. 2), explica que “umidade do solo ou teor em água é definida como relação entre a massa de água contida em uma amostra de solo pela massa de solo seco, sendo expressa em quilogramas de água por quilogramas de solo”.

A umidade do solo é um parâmetro de fundamental importância na agricultura e o monitoramento deste indicador é muito relevante no manejo de irrigação, pois indica em que condições hídricas encontram se o mesmo, podendo auxiliar na redução de gastos com água e energia elétrica, haja vista que o monitoramento da umidade do solo possibilita aplicações controladas e pontuais de água. Ao conhecer a quantidade de água disponível no solo, o produtor rural pode irrigar somente quando for necessário (BUSKE, 2013).

O manejo de irrigação normalmente envolve várias práticas, ferramentas e maquinários especializados para este fim, e o uso operações mecanizadas na irrigação por exemplo, podem gerar resultados mais eficientes quando são utilizados de forma racional. A determinação do teor de umidade no solo é relevante em diversas situações na agricultura, e é imperativa para definir o momento de operações mecanizadas e controlar o correto manejo da irrigação (LUCAS, 2019).

Existem várias técnicas de monitoramento de umidade do solo, o uso da tecnologia para este fim, é algo que traz diversos benefícios para a agricultura como o aumento da produtividade, a diminuição de desperdícios, a redução dos custos do produto e o aumento dos lucros (GEOAGRI, 2019).

Diniz 2017, “o tensiômetro é estudado desde a introdução do conceito de potencial matricial do solo, apresentado por Buckingham em 1907”. Na agricultura, este aparelho normalmente é utilizado em métodos de controle de irrigação.

O tensiômetro, é empregado para medir a tensão com que a água é retida pelas partículas do solo, também conhecido como potencial matricial. A partir da relação entre o conteúdo de água no solo e a tensão em que ela se encontra, pode-se, de forma indireta, estabelecer o teor de água no solo (AZEVEDO; SILVA, 1999).

Os modelos de tensiômetro mais comuns, não possuem em sua construção, sensores integrados a uma rede da qual seja possível fazer uma aquisição dos dados aferidos em tempo real.

**2.4.1. Tensiômetro Digital**

O tensiômetro digital, assim como o tensiômetro tradicional, traz a ideia de obter os dados de indicadores de solo e ambiente necessários para auxiliar na irrigação. Contudo, o tensiômetro digital consiste em obter estes dados e fazer com que cheguem até o agricultor de forma muito mais dinâmica e eficaz. Para isso, são integradas algumas tecnologias, o corpo do tensiômetro digital possui um *hardware*, onde são integrados e controlados por uma placa *Arduíno*, sensores de temperatura do solo, umidade do solo e do ambiente e pressão do solo.

|  |
| --- |
| Fonte: Felipeflop (2014) |

Figura 1- Placa shield Ethernet – modelo W5100

No hardware do aparelho também há uma placa Ethernet Shield (Figura 1) modelo W5100 que é responsável por fazer com que a captura dos dados seja alocada em um web server.

**3 Trabalhos relacionados**

Este capítulo aborda os aplicativos relacionados ao controle de irrigação por meio do monitoramento da umidade do solo.

**3.1 MusApp**

Trata-se de um aplicativo que fornece “informação referente à aferição da umidade do solo realizada pelo sensor bem como, apresentar os resultados ao usuário” MARTINS (2018, p. 15). O aplicativo conecta-se a um dispositivo de medição de umidade do solo específico, que foi construído pela própria desenvolvedora.

O aplicativo foi desenvolvido na linguagem de programação *JavaScript* utilizando *NodeJS* e o *framework Ionic* sendo hospedada na *Play Store.* A parte de hardware foi desenvolvido baseado em uma placa de *raspberry* que controla um sensor de umidade do solo e envia os dados deste sensor para o software (Rezende, 2018). A figura 2 demonstra o nome do aplicativo e sua versão.

|  |
| --- |
| C:\Users\MATEUS\Desktop\photo_2021-02-23_16-28-58.jpg C:\Users\MATEUS\Desktop\photo_2021-02-23_16-28-33.jpg C:\Users\MATEUS\AppData\Local\Microsoft\Windows\INetCache\Content.Word\WhatsApp Image 2020-11-19 at 12.21.57.jpeg C:\Users\MATEUS\Desktop\photo_2021-02-23_16-28-51.jpg    Fonte: Play Store (2018) |

Figura 2 - Prints do aplicativo MusApp

**3.2 Icrop**

É um aplicativo compatível com o sistema *Android* que está disponível na *Play Store*, para o monitoramento remoto e gestão de lavouras no âmbito da irrigação, faz uso de tecnologias relacionadas a satélite e sensores de alta precisão aumentada.

“Destinado a clientes iCrop, permite o gerenciamento de irrigação de forma prática e rápida” GOOGLE PLAY (2020, [s.p.]). Esta aplicação tem recursos de mapeamento por sistemas de navegação por satélite, realidade aumentada, além de alertas e informações meteorológicas. A figura 3 demonstra o nome do aplicativo e os menus do mesmo.

|  |
| --- |
| Fonte: Play Store (2020) |

Figura 3 - Print da tela "Home" do aplicativo ICrop

**3. 3 Evapo**

É um aplicativo compatível com o sistema *Android* que é voltado também para o controle de irrigação, utiliza tecnologias relacionadas a geolocalização, e medições periódicas de evapotranspiração do solo.

“Ferramenta útil para auxiliar no manejo da irrigação, retornando a ETP (Evapotranspiração Potencial), para qualquer lugar do mundo. Com esta ferramenta pode-se estimar o quanto de água evapotranspira do sistema solo-planta-atmosfera” GOOGLE PLAY (2020, [s.p.]). O aplicativo junta dados sobre o teor de água baseado em evapotranspiração e contribui para o manejo e economia de água de forma efetiva. A figura 4 apresenta a tema de monitoramento via satélite do aplicativo.

|  |
| --- |
| Fonte: Play Store (2020) |

Figura 4 - Print da tela "Search" do aplicativo Evapo

**3.4 Spruce Irrigation**

É um aplicativo voltado para monitoramento remoto de sistemas relacionados a irrigação em lavouras, conta com um sensor sem fio de umidade do solo que fornecem dados para o software possibilitando a aplicação da rega de forma precisa, este sensor é opcional para o cliente e usuário. O sistema também conta com outros equipamentos ligados a irrigação como um monitorador de agua que possibilita receber notificações sobre vazões e vazamentos de água. (SPRUCE, s.d.).

“O aplicativo usa dados climáticos e algoritmos avançados de rega, para regar da forma mais eficiente possível ”. GOOGLE PLAY (2020, [s.p.]). São comercializados sensores e dispositivos controladores a parte que podem se conectar cm a aplicação e complementar o controle de irrigação. A figura 5 apresenta a tela inicial no aplicativo com informações de dados climáticos.

|  |
| --- |
| Fonte: Play Store (2020) |

Figura 5 - Print da tela "Home" do aplicativo Spruce Irrigation

O AGRODADOS foi desenvolvido com o intuito de monitorar os dados de um tensiômetro digital, que é um método de controle de irrigação. A semelhança com alguns aplicativos apresentado é a abordagem do conceito de IoT, e seu diferencial é a medição do potencial matricial do solo através de um sistema integrado a uma rede de múltiplos sensores do tensiômetro, possibilitando a visualização de diversos dados que auxiliam no controle da irrigação.

**3.5 Resumo Comparativo**

Realizou-se uma análise comparativa entre os trabalhos supracitados e a abordagem proposta neste trabalho. O Quadro X ilustra a comparação entre o AGRODADOS e os trabalhos relacionados. Utilizou-se uma notação que relaciona cada critério de comparação a um identificador *Cn* (Critério), onde:

***C1:*** Qual o objetivo do app?

***C2:*** Quais as tecnologias usadas para monitoramento?

***C3:*** Quais as abordagens sustentáveis do app?

**Quadro 1** – Critérios de comparação

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Critérios** | ***MusApp*** | ***Icrop*** | ***Evapo*** | ***Spruce Irrigation*** | **Agrodados** |
| C1 | Monitorar umidade do solo e auxiliar no manejo de irrigação. | Adquirir informações por meios sensoriais e satélite e auxiliar na irrigação. | Monitorar remotamente a evapotranspiração potencial do solo e auxiliar na irrigação. | Monitorar remotamente localidades que necessitam de rega. | Monitoramento de dados agrícolas oriundos de um tensiômetro digital. |
| C2 | *Raspbarry*, sensor de umidade do solo, linguagem *JavaScrit* | Monitoramento via Satétilte e sensores e sensores de alta precisão. | Geolocalização e medições via sensores de evapotranspiração do solo. | Sensor sem fio de umidade do solo. Entre outros sensores opcionais pelo usuário. | Aplicação web, que monitora dados de um arduino integrado a sensores de umidade, temperatura e pressão ligados a uma placa de Ethernet. |
| C3 | Economia de recursos hídricos e energéticos. E redução de perdas ocasionadas por erro da irrigação. | Economia de recursos hídricos e energéticos. E redução de perdas ocasionadas por erro na irrigação. | Economia de recursos hídricos e energéticos. E redução de perdas ocasionadas por erro na irrigação. | Economia de recursos hídricos e energéticos. E redução de perdas ocasionadas por erro na irrigação. | Otimização de processos de irrigação, gerando economia de recursos hídricos e energéticos. |

Fonte: O Autor

**1. MATERIAIS E MÉTODOS**

Neste capítulo é apresentada a abordagem metodológica usada nesta pesquisa.

**3.1. Tipo de pesquisa**

Pesquisa é a busca por informações que podem ser uteis para resolução de problemas, essa busca geralmente ocorre por meio de um determinado conjunto de ações. Gil (2008), afirma que o objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.

Nem sempre os resultados da pesquisa satisfazem o problema por completo. De acordo com Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa é um procedimento formal que requer um tratamento científico e que se constitui no caminho para conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais.

No que tange a metodologia desta pesquisa, foi utilizada a abordagem Exploratória, baseando-se em dados de natureza qualitativa.

Conforme Gil (2008), uma pesquisa pode ser classificada de diversas formas baseando-se em determinados critérios. O Quadro 2 apresenta a metodologia usada nesta pesquisa.

**Quadro 2** – Classificação de pesquisa

|  |  |
| --- | --- |
| **Quadro Metodológico** | |
| Método de Abordagem | Exploratória |
| Método de Procedimento | Bibliográfica |
| Natureza das Variantes | Qualitativa |

Fonte: O Autor

Quanto à natureza, esta pesquisa enquadra-se como aplicada. Para Gil (2008), a pesquisa aplicada tem como uma de suas características fundamentais a utilização e consequências práticas dos conhecimentos, tendo interesse na aplicação prática.

Como mencionado anteriormente, o método de abordagem utilizado foi a pesquisa exploratória. Gil (2008, p. 27), quando fala em pesquisa exploratória, afirma que elas “habitualmente envolvem levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudos de caso”. Gil (2008) explica também que a análise de dados em pesquisas exploratórias os procedimentos analíticos são principalmente qualitativos.

Santos (1999, p. 403) afirma que “As pesquisas qualitativas são em sua maior parte voltadas para a descoberta, a identificação, a descrição aprofundada e a geração de explicações”.

A metodologia do procedimento é a bibliográfica, que consiste basicamente da utilização de materiais como, livros, publicações periódicas, artigos científicos e textos extraídos da internet. (CARVALHO et al., 2019 p. 37). De acordo com Oliveira (2011, p. 40) “todo trabalho científico, toda pesquisa, deve ter o apoio e o embasamento na pesquisa bibliográfica, para que não se desperdice tempo com um problema que já foi solucionado e possa chegar a conclusões inovadoras” (apud LAKATOS & MARCONI, 2001).

**3.2. Ferramentas e tecnologias**

Este tópico visa descrever as ferramentas e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento da aplicação Agrodados.

**3.2.1. Subtítulo que ainda não sei**

Por meio também de buscas na *Google Play*, também foram encontradas aplicativos relacionados à controle de irrigação por meio de monitoramento de umidade do solo.

1. **RESULTADOS**
2. **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

**Mencionar contribuições as limitações e os trabalhos futuros.**

**3. REFERÊNCIAS**

AZEVEDO, J. A.; SILVA, E. M. da. **Tensiômetro: dispositivo prático para controle de irrigação.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 33p.

BALDASSIN. **Tecnologia de irrigação para economia de água: o tensiômetro**, 2020. Disponível em: < https://www.iguiecologia.com/tecnologia-de-irrigacao-para-economia-de-agua-o-tensiometro/>. Acesso em: 30 dez. 2020.

BORBA, V. U. **Proposta de um modelo de referência para internet das coisas: aspectos de segurança e privacidade na coleta de dados**. 2018.

BUSKE, T.C. **Comportamento da umidade do solo determinada por métodos expeditos**. 2013. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) - Discente, Santa Maria, RS, Brasil, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7564/BUSKE,%20TAISE%20CRISTINE.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2021.

CARVALHO, L. O. *et al.* **Metodologia científica: teoria e aplicação na educação a distância.** Petrolina, 2019. 83 p.

DINIZ, A. M. **Sistemas automatizados de aquisição, em tempo real, de umidade e temperatura do solo na irrigação**. 2017.

EMBRAPA. **Artigo**: **A tecnologia na agricultura**, Nov. 2017. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/30015917/artigo-a-tecnologia-na-agricultura>. Acesso em: 29 dez. 2020.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. **Especialistas debatem desafios e oportunidades em IoT**. Disponível em: < https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/40986498/especialistas-debatem-desafios-e-oportunidades-em-iot>. Acesso em: 21 fev. 2021.

GEOAGRI. **Agricultura de precisão:** novas tecnologias para monitorar a umidade do solo. Fev. 2019. Disponível em: < https://www.geoagri.com.br/blog/agricultura-de-precisao/novas-tecnologias-para-monitorar-a-umidade-do-solo>. Acesso em: 03 jan. 2021.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOOGLE PLAY. **Evapo**. Disponível em:< https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.maldonado.instantet0>. Acesso em: 24 nov. 2020.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. **Icrop**. Disponível em:< https://play.google.com/store/apps/details?id=br.com.icrop.app>. Acesso em: 24 nov. 2020.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. **Spruce Irrigation**. Disponível em:< https://play.google.com/store/apps/details?id=com.spruceirrigation.app>. Acesso em: 24 nov. 2020.

JACTO. **Internet das coisas na agricultura:** entenda como é aplicado na prática. Dez. 2019. Disponível em: < https://blog.jacto.com.br/internet-das-coisas-na-agricultura/>. Acesso em: 02 jan. 2021.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LUCAS, F. R. de O. **Validação do método speedy para determinação da umidade de diferentes tipos de solos**. 2019.

MAGRANI, E. **A internet das coisas** – v. 1. Rio de Janeiro: FGV Editora, 2018, 192p.

MARTINS, G. R. **MUSApp:** aplicativo para monitoramento da umidade do solo. 2018.

MASSRUHÁ, S. M. F. S.; LEITE, M. A. de A. **Agro 4.0 – Rumo à agricultura digital**. 2017. 35p.

OLIVEIRA, M. F. **Metodologia científica: um manual para a realização de pesquisas em Administração.** Catalão: UFG, 2011. 72p.: il.

PEREIRA, R. M.; SANDRI, D.; RIOS, G. F. A.; SOUZA, D. A. O, **Automação de irrigação por tensiometria eletrônica baseada na plataforma de hardware arduino –** Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 15, n. 04, 2020.

RIBEIRO, J. G.; MARINHO, D. Y.; ESPINOSA, J. W. M. **Agricultura 4.0: desafios a produção de alimentos e inovações tecnológicas**. 2018.

SANTOS, S. R. **Métodos qualitativos e quantitativos na pesquisa biomédica.** Jornal de pediatria, v. 75, n. 6, 1999.

SPRUCE. **The Spruce Advantage**, Disponível em: < https://spruceirrigation.com/>. Acesso em: 02 fev. 2021.

TEIXEIRA. **Tensiômetro: o que é e para que serve e como operá-lo**, 2017. Disponível em: < https://www.cpt.com.br/dicas-cursos-cpt/tensiometro-o-que-e-e-para-que-serve-e-como-opera-lo>. Acesso em: 29 dez. 2020.