



ESTUDO DE SISTEMAS BASEADOS EM IOT ALIMENTADOS POR SISTEMAS FOTOVOLTAICOS COM POTENCIAL APLICAÇÃO EM AGRICULTURA DE PRECISÃO

Palavras-Chave: Agricultura de Precisão, Internet das Coisas, Umidade do Solo

Autores:

Paulo Cezar Almeida Filho [UNICAMP/FT]

Prof. Dr. Luís Fernando de Avila (orientador) [UNICAMP/FT]

Alexandre Pereira da Silva (coorientador) [UNICAMP/FT]

INTRODUÇÃO

Definida por Malavolta em 1997, a agricultura é a arte em que se modifica o ecossistema nos termos econômicos e não são produzidos danos irreversíveis [1]. Dessa forma, a fim de minimizar-se os impactos e aumentar a produção em termos econômicos, a agricultura de precisão exerce fundamental papel no setor, atuando como excelente ferramenta de gerenciamento de produção e dos campos [2].

A agricultura de precisão (AP) é um método que engloba conceitos de computação, eletrônica, geoprocessamento, etc [3] e que facilita o controle da quantidade de água utilizada para a irrigação do solo. Um sistema de AP deve visar o máximo de retorno econômico e o mínimo de prejuízo ambiental [4]. Dessa forma, é interessante o uso de sistemas de alimentação baseados em fontes renováveis, como a energia solar, que pode facilmente ser empregada para a alimentação de componentes eletrônicos como sensores e microcontroladores.

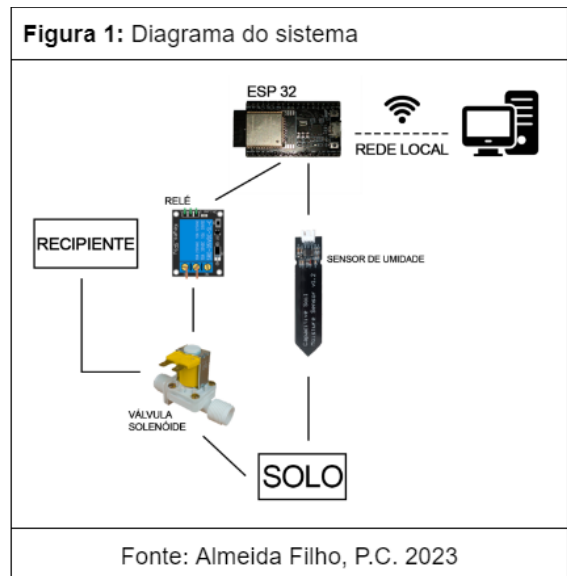
Internet das Coisas (IoT) é o conceito em que dispositivos possam efetuar a comunicação entre si, permitindo que informações sejam coletadas, trocadas e armazenadas [5].

A internet das coisas (IoT) caminha em direção a diversos objetivos e pode ser facilmente aplicada ao campo e no ramo da agricultura inteligente [6]. Por isso, são evidentes os benefícios que partem da IoT aplicada ao campo, como diminuição no desperdício de alimentos, previsão mais precisa de eventos climáticos e dentre outros podemos destacar o menor desperdício de água e energia [7]. Por fim, através de um software, sensores, microcontroladores e um sistema de alimentação é possível aplicar os dados conceitos de AP de forma eficiente e econômica.

Por objetivo, este trabalho visa desenvolver um protótipo de sistema de irrigação e monitoramento de variáveis do solo e ambiente baseado em IoT e, juntamente a isso, alimentar o sistema com energia solar a fim de promover uma redução no consumo e desperdício de água e energia no setor agrícola.

Com o uso de informações de umidade do solo obtidas por meio de um sensor de umidade é possível realizar o controle da irrigação por meio de um micro controlador ESP 32, uma válvula solenóide eletrônica e um relé. Por fim, as informações coletadas serão exibidas em uma página web.

A Figura 1 mostra o esquema geral do sistema proposto.

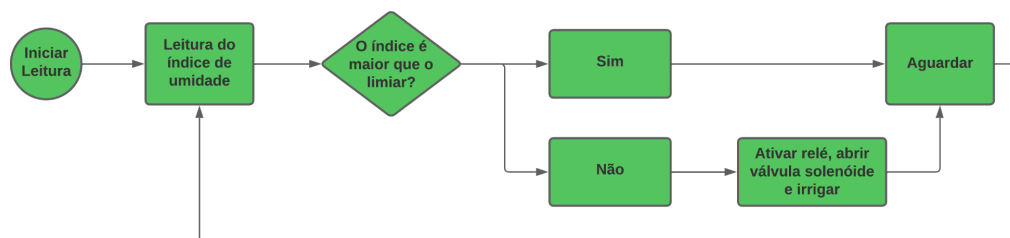


METODOLOGIA

Por meio da plataforma de prototipagem ESP 32, será implementado um sensor de monitoramento de umidade de solo capacitivo no subsolo para coletar informações e realizar o monitoramento do momento de ativação do mecanismo de irrigação. Este será controlado por um relé acoplado a uma tubulação preenchida com água acoplada à uma eletroválvula solenóide. O sistema de irrigação não necessita de bombeamento pois será posicionado de forma elevada e assim por meio da gravidade irá irrigar a plantação.

Em uma plataforma web, esses dados serão enviados da plataforma ESP 32 ao serviço web através da funcionalidade Wi-Fi embarcada no microcontrolador, que utiliza protocolo TCP/IP para realizar a comunicação. O Processo pode ser visualizado através do fluxograma (Figura 2).

Figura 2: Fluxograma do processo de irrigação



Fonte: Almeida Filho, P.C. 2023

Detecção da Umidade

A medição da umidade é realizada utilizando um sensor capacitivo. Este tipo de sensor baseia-se na variação da capacitância do meio a partir da variação da umidade. Dois eletrodos são cobertos por um material dielétrico, formando um capacitor. O solo a ser medida a umidade, preenche o espaço fixo entre os dois eletrodos, variando o valor da capacitância do circuito de acordo com o número de moléculas de água livres no meio [8]. Este material que recobre os eletrodos garante ao sensor melhor proteção contra oxidação quando comparado ao sensor resistivo [9]. O sensor capacitivo envia ao microcontrolador um sinal analógico, o qual foi tratado utilizando a função 'map' para retornar um valor percentual.

Controle da Irrigação

A irrigação foi realizada utilizando uma válvula eletrônica solenóide acoplada à uma tubulação preenchida com água, alimentada com a rede elétrica de 127 Volts, no condutor referente à fase foi adicionado um relé compatível com a placa microcontroladora para que seja acionada conforme a necessidade. As válvulas solenóides são dispositivos com controle de abertura ou fechamento em função da ação de um campo magnético gerado por uma bobina [10]. A tubulação é composta por um recipiente para armazenamento da água e uma mangueira para direcionar o volume despejado ao solo.

Foram realizadas quatro medições da vazão de água (volume despejado em função do tempo) e traçado a reta de tendência do sistema. A partir disso e da equação geral da reta, foi possível definir uma equação para se obter o tempo de acionamento do relé em função do volume de água desejado. Caso o valor de umidade medido pelo sensor esteja abaixo do limiar definido, o relé recebe um sinal para acionar a válvula solenóide e assim liberar a passagem do volume declarado no código pelo tempo obtido através da equação. Para um valor de umidade inferior ao limiar o sistema aguarda o tempo definido como tempo entre irrigações para então realizar uma nova leitura da umidade.

Conectividade e Página Web

A placa microcontroladora ESP 32 conecta-se à rede Wi-Fi de 2.4 GHz utilizando a biblioteca *WiFi.h* e, a partir de sua programação, envia os dados à uma página web acessível através do navegador. A biblioteca '*WiFi.h*' permite, através da conexão local, instanciar clientes, servidores e enviar e/ou receber pacotes UDP [11]. Após a conexão da ESP 32 com a rede wireless local, é atribuído à ela um endereço IP o qual pode ser digitado em um navegador para acessar a página web. O endereço IP atribuído pode ser acessado através das configurações do roteador ou utilizando o comando "*Serial.println(WiFi.localIP());*" o qual imprime no monitor serial da plataforma Arduino IDE o endereço IP atribuído. A página web foi implementada em HTML para realizar o monitoramento das informações de umidade, volume de água e tempo de irrigação. A página opera em rede local, sendo acessível por dispositivos conectados à mesma rede de operação da ESP 32.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sensor de umidade do solo foi implementado com sucesso ao protótipo, realiza o monitoramento da umidade do solo e atua como gatilho para o sistema de irrigação.

Para o sistema de controle de volume de água, através dos pontos obtidos foi traçado o gráfico (Figura 3) e a equação da reta (Equação 1) a qual, por meio de programação, controla o tempo de acionamento do relé e fluxo da água. A partir do ajuste, obtemos a vazão de 37,077 mL/s.

$$v = (37,1 \text{ mL/s})t \quad (1)$$

Onde:

v : Volume de água escoado (mL)

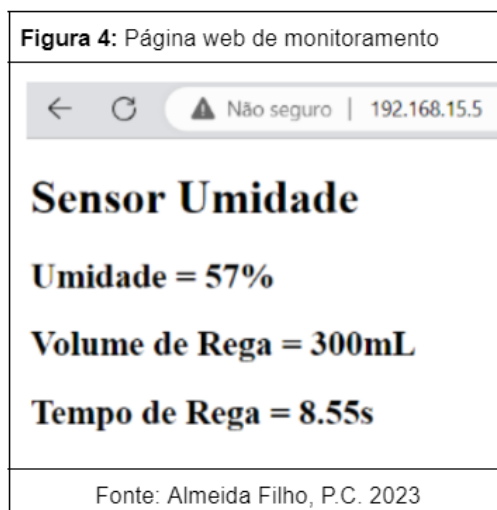
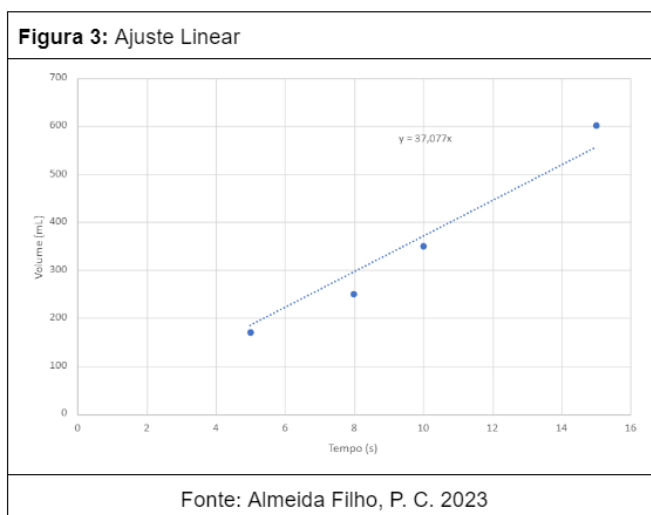
t : Tempo (s)

Na página web (Figura 4) foi inserido o valor de umidade registrado pelo sensor, o volume de água a ser irrigado definido no corpo do código e o tempo de irrigação resultante da equação 1.

Caso haja alteração na umidade do solo registrada pelo sensor, é necessário atualizar a página para exibir o valor atualizado.

Até o presente momento, o sistema de acionamento da irrigação não foi possível implementar pois a tensão de acionamento do relé é de 5 Volts, enquanto a tensão dos pinos da ESP 32 é de 3.3 Volts. Assim, pretende-se utilizar um amplificador para elevar a tensão do pino e poder concluir o acionamento do relé.

O sistema de alimentação fotovoltaico não foi instalado até o presente momento devido ao sistema não estar finalizado e não ser possível definir o consumo energético.



CONCLUSÕES

O sistema possui potencial para aplicação em agricultura de pequena escala e possível aumento da praticidade no controle e monitoramento do consumo de água utilizada devido ao acesso às informações via página web. Ainda há objetivos a serem alcançados para efetivar o sistema e implementar em campo, como a implementação do sistema de alimentação fotovoltaico e a ativação do sistema de ativação da irrigação. Como complemento, seria interessante a conexão da página web em rede local com a internet para que o acesso às informações possa ser feito via qualquer rede.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Paterniani, Ernesto, Agricultura sustentável nos trópicos. Estudos Avançados [online]. 2001, v. 15, n. 43 [Acessado 12 Maio 2022] , pp. 303-326. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142001000300023>.
- [2] http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/pa_ag_01.PDF SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO, 1., 2002, Aracaju. Anais [...]. Sergipe: [s. n.], 2002. Disponível em: http://www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr1/pdfs/pa_ag_01.PDF. Acesso em: 12 maio 2022.
- [3] Tschiedel, Mauro e Ferreira, Mauro Fernando INTRODUÇÃO À AGRICULTURA DE PRECISÃO: CONCEITOS E VANTAGENS. Ciência Rural [online]. 2002, v. 32, n. 1 [Acessado 12 Maio 2022] , pp. 159-163. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782002000100027>
- [4] <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1004842/1/Filipini84Agriculturadeprecisao2014.pdf> acessado em 18 de 2022
- [5] S. Al-Sarawi, M. Anbar, K. Alieyan and M. Alzubaidi, "Internet of Things (IoT) communication protocols: Review," 2017 8th International Conference on Information Technology (ICIT), Amman, Jordan, 2017, pp. 685-690, doi: 10.1109/ICITECH.2017.8079928.
- [6] O. Elijah, T. A. Rahman, I. Orikumhi, C. Y. Leow e M. N. Hindia, "Uma Visão Geral da Internet das Coisas (IoT) e Data Analytics na Agricultura: Benefícios e Desafios", no IEEE Internet of Things Journal, vol. 5, nº 5, pp. 3758-3773, out. 2018, <https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2844296>
- [7] <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2017-2/wcaf-tg.pdf> COMO IOT e cidades inteligentes podem melhorar o setor alimentício para uma produção mais eficiente. Orientador: José Carlos Cavalcanti. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Sistemas de Informação) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2017. Disponível em: <https://www.cin.ufpe.br/~tg/2017-2/wcaf-tg.pdf>. Acesso em: 12 maio 2022.
- [8] Andrade Junior, A. S., Silva, C. R., & Daniel, R. (2007). Calibração de um sensor capacitivo de umidade em Latossolo Amarelo na microrregião do Litoral Piauiense. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, 2(4), 303-307.
- [9] ALVES, B. ANÁLISE DA DURABILIDADE E EFICIÊNCIA DE SENSORES RESISTIVOS DE UMIDADE DO SOLO EM PLATAFORMA ARDUINO. Universidade Federal Fluminense: [s.n.].
- [10] SILVA, J. A. F. DA .; LAGO, C. L. DO .. Módulo eletrônico de controle para válvulas solenóides. Química Nova, v. 25, n. 5, p. 842-843, set. 2002.
- [11] WiFi. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/reference/en/libraries/wifi/>>. Acesso em: 28 jul. 2023.