

SENSORES DE PRECISÃO PARA MEDIR NÍVEL D'ÁGUA NO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO – AGRICULTURA 4.0

JONATHAN WEBER PEREIRA¹;
MAIQUEL S. CANABARRO²

¹Universidade Federal de Pelotas – jonathan.pereira@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas - maiquel.canabarro@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Pode-se afirmar que um dos setores que de uma forma ou outra no decorrer do desenvolvimento humano teve seu papel é a tecnologia. Diferentes vertentes de cientistas indicam que nas próximas décadas a humanidade deverá apresentar um crescimento elevado e que a existência humana dependerá que sejam desenvolvidas tecnologias que auxiliem no aumento exponencial de alimentos, mas ao mesmo tempo com foco urgente na sustentabilidade do meio ambiente. Assim, setores que mais necessitarão de fomento, e por conseguinte, a agricultura desponta como umas áreas carentes por inovação. Aumento de produtividade, qualidade, redução de custos e desperdícios, além da implementação de processos mais sustentáveis, são alguns dos gargalos existentes. O termo agricultura 4.0, representa a quarta revolução da agricultura, e é o mais recorrente quando se fala sobre o futuro do agronegócio, ele engloba o conjunto de inovações tecnológicas desenvolvidas para a otimização integrada da produção agrícola, que trazem maior conectividade, autonomia e integração dos processos produtivos e de gestão (EQUIPE TOTVS, 2020).

No presente projeto, foram aplicados tais conceitos no plantio de arroz irrigado. Mais especificamente no desenvolvimento de sensores para o acompanhamento do nível d'água em curvas de nível, essenciais para o crescimento e controle de ervas daninhas nas lavouras. O objetivo da pesquisa é ter uma irrigação mais precisa durante o desenvolvimento da cultura, que além de prover melhores resultados para a planta, além de proporcionar o desperdício de água.

2. METODOLOGIA

Foram analisados diferentes modelos de sensores de nível d'água, com exemplos de sensores com tecnologia ultrassônica, sensores não invasivos, como sensores invisíveis, como os utilizados em tanques de combustível. Nas diversas análises não foi possível encontrar um modelo de sensor de nível d'água com precisão de centímetros e adequado custo-benefício que se objetivava. Assim, foram selecionadas 2 propostas como alternativas de sensores que se encaixassem nos pré-requisitos, combinados com a tecnologia de comunicação LoRaMESH, que permite a comunicação entre dois pontos ou mais pontos, se utilizando de dois protocolos: LORA – *long range* – permitindo comunicação a longa distâncias e protocolo Mesh - o qual permite se utilizar de diferentes rotas dentro de um universo de nós.

Para a idealização e realização do projeto, foi feita antes, uma revisão bibliográfica sobre o plantio de arroz, o qual é 75% feito irrigado ao redor do mundo.

Para o cultivo eficaz da planta, é necessária uma lâmina de água de entre 7,5 e 10 cm, lâminas da água mais altas (>10 cm), aumentam o consumo de água, reduzem o número de perfilhos, as plantas de arroz se tornam mais altas, o que facilita o acamamento, aumentam as perdas de água por percolação e infiltração lateral e requerem maior consumo de água (ECAPE, 2020).

2.1 SENSORES DE NÍVEL

Com base nas especificações para o cultivo do arroz, foram idealizadas soluções de engenharia para a medição do nível d'água, em que se pudesse ter uma gama de leitura entre um intervalo de pelo menos 10 cm, com precisão. Para isso, foram projetados 2 sensores explorando as características elétricas da água, um é baseado na condutividade da água (sensor resistivo) e o outro na característica dielétrica (sensor capacitivo).

2.1.1 SENSOR RESISTIVO

O sensor resistivo e/ou de contato, tem uma abordagem bastante simples e por isso foi escolhido para ser desenvolvido no primeiro momento. O qual, consiste de uma pcb com 6 trilhas de contato, separadas por 2 cm cada, como podemos ver na terceira imagem da **figura 1**. A primeira trilha (inferior) está ligada ao VCC, enquanto as demais, representam os níveis d'água de 2 a 10 cm. Cada vez que a água sobe 2 cm, aciona a próxima entrada do CI ULN2003, o qual tem uma capacidade de corrente de 500mA por driver e faz a amplificação do sinal que vai para uma rede R2R, responsável por converter os níveis que eram representados de forma digital, em um sinal analógico de 0 a 3.3V (limiares da entrada analógica de 2048 bits do LoRaMESH). Nas imagens abaixo estão representados os circuitos de amplificação e conversão D/A a esquerda e ao meio, simulados no Proteus e desenhados no Eagle, respectivamente. A direita temos o modelo pcb do sensor, também roteado no software Eagle.

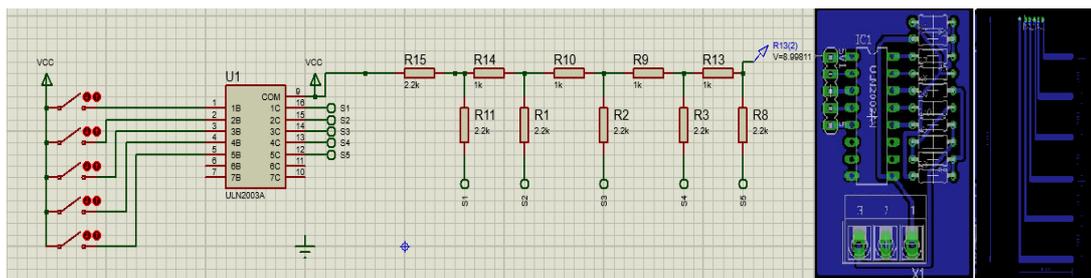


Figura 1 – Circuito de amplificação e conversão D/A simulados e PCB, junto ao sensor.

2.1.1 SENSOR CAPACITIVO

O sensor capacitivo é composto por duas placas condutoras em paralelo verticalmente. O meio entre as duas placas, será preenchido pela água, a qual fará o papel de dielétrico do modelo de capacitor. Capacitor que fará parte de um circuito ressonante, o qual terá sua frequência alterada com a variação do nível d'água. A leitura da variação será feita com um circuito similar ao utilizado no sensor resistivo, com o intuito de utilizar apenas a entrada analógica do rádio.

2.2 Comunicação e tecnologia LoRaMESH

Para a aquisição dos dados de medida dos sensores, foi escolhida a utilização da tecnologia LoRaMESH. À qual permite comunicação em longas distâncias com baixo consumo de energia, como mencionado anteriormente. O módulo utilizado foi desenvolvido pela empresa Radioenge, e ele permite comunicações em rede mesh (comunicação ponto a ponto) ou apenas no modo master/slave (master solicita e slave envia os dados). Foram utilizados 2 rádios iguais, o primeiro configurado como master, ligado a um Arduino e um computador, simulando uma central de recebimento e processamento de dados. O segundo foi configurado como slave, responsável pela: aquisição dos dados junto ao sensor através de sua porta analógica, e enviar para o primeiro módulo.

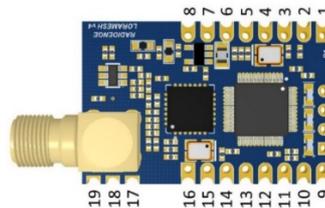


Figura 2 – Módulo LoRaMESH produzido pela Rádioenge.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 RESULTADOS SENSOR RESISTIVO E COMUNICAÇÃO

O modelo resistivo foi desenvolvido a partir dos modelos desenhados no software EAGLE, foram impressas pcb's para o sistema e para o sensor, Figura 3a. Também foi confeccionado um suporte em PVC, para comportar todo o sistema que será utilizado no campo, Figura 3b. Nas imagens abaixo podemos verificar as placas impressas e do suporte com o sistema de aquisição de dados, respectivamente:



Figura 3 – (a) Circuito de amplificação e conversão D/A e sensor resistivo (b) Suporte de PVC com sistema inserido

Após realização de alguns testes, o sistema se mostrou funcional, necessitando melhorar o layout do protótipo para evitar resíduos presente na água possa interferir nas leituras. Cabe ressaltar que no primeiro momento os testes rodados foram ambientes controlados e possíveis variações de funcionamento podem a vir a ocorrer quando o sensor for submetido a teste em uma lavoura real.

Para a alimentação dos sistemas foi utilizada uma bateria de 4.2V junto ao sistema, a qual poderá ser substituída por uma de 9V com a adição de um regulador de tensão junto ao sistema, para efeitos de estabilidade e maior custo-benefício, visto que esse modelo de pilhas, apresenta alto custo. Em relação a duração de bateria e distância de funcionamento, ainda não foram realizados testes concretos, os quais serão feitos nas próximas etapas, em campo.

4. CONCLUSÕES

O trabalho se mostrou bastante promissor, pois para tal monitoramento da lâmina de água nas lavouras de arroz ainda se utiliza o visual, ou seja, uma demanda excessiva de carga horária de homens para realizar um monitoramento que pode ser facilmente automatizado. Portanto, a solução pesquisa neste trabalho versa fortemente com os custos de produção do agricultor, como também traz consigo consequências desejáveis no que tange o meio ambiente.

Também é importante observar, que a pesquisa além de sua aplicação específica de controle da lâmina de água em lavouras de arroz, abre portas para outras aplicações utilizando as mesmas ferramentas. Pode ser usada para aquisição e geração de dados de outras variáveis que influenciam diretamente na produção agrícola.

Para a continuidade da pesquisa, é esperada a confecção do modelo de sensor capacitivo, assim como o teste em campo de ambos. Também serão realizados testes de alcance de sinal e consumo de energia, com o intuito de gerar dados. Vislumbra-se também a realização de testes utilizando sensores como a pressão e ultrassônicos, para efeitos comparativos possam complementar o conhecimento adquirido no projeto.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq, pelo apoio da bolsa Iniciação Científica concedida no ciclo 2021/2022.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroz Irrigado - Oryza sativa - Cultivar - Clima, Solo, **Água - Manejo integrado - Aspecto econômico - Colheita, Pós-colheita - Rio Grande do Sul - Santa Catarina**. I. GOMES, A. da S., II- SANTOS, A.B. dos. III- Título. IV. Série.

TOTVS. **Agricultura 4.0: Conceito, tecnologias, vantagens e desafiada**. Equipe TOTVS, 28 julho, 2020. Gestão agrícola. Acessado em 16 de ago. 2022. Online. Disponível em: <https://www.totvs.com/blog/gestao-agricola/agricultura-4-0/>

RADIOENGE, Manual_LoRaMESH_Jun2022, Curitiba, jun. 2022. Acessado em 19 de ago. 2022. Online. Disponível em: https://www.radioenge.com.br/storage/2021/08/Manual_LoRaMESH_Jun2022.pdf

OCTOPART, uln2003a-stmicroelectronics-1162. Acessado em 19 de ago. 2022. Online. Disponível em: <https://octopart.com/datasheet/uln2003a-stmicroelectronics-1162>

ECAPE. **Eficiência energética na irrigação de lavouras de arroz**. Equipe ECAPE, 25 novembro, 2020. Acessado em 22 de ago. 2022. Online. Disponível em: <https://www.ecapejrconsultoria.com/post/efici%C3%Aancia-energ%C3%A9tica-na-irriga%C3%A7%C3%A3o-de-lavouras-de-arroz>