

## DESENVOLVIMENTO DE UM HUB DE SENsoRES PLUG-PLAY PARA APLICAÇÃO NO ÂMBITO DA AGRICULTURA 4.0

HENRIQUE PIZZIO MATTOS<sup>1</sup>;  
MAIQUEL S. CANABARRO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidade Federal de Pelotas – mtts.ufpel@gmail.com*

<sup>2</sup>*Universidade Federal de Pelotas - maiquel.canabarro@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

À medida que a população global cresce, o mundo vem lidando constantemente com a necessidade de produzir alimentos suficientes para suprir a demanda, SEARCHINGER (2019) estima que em 2050 será necessário produzir 56% mais calorias que a quantidade que foi produzida em 2010, esta exigência por comida associada com outros fatores, como desenvolvimento sustentável e competitividade de mercado, tem feito com que a tecnologia no campo passe por modificações significativas, chamadas de quarta revolução na agricultura ou agricultura 4.0.

“A quarta revolução na agricultura baseia-se na inovação das práticas agrícolas, com uso de tecnologia, análise de dados e maior conectividade. As práticas mais modernas geram benefícios evidentes aos processos: aumentam sua agilidade, trazem mais previsibilidade e garantem controle e autonomia mais precisos. (...) De acordo com um estudo conjunto do Sebrae, Embrapa e Inpe, publicado em 2020, as tecnologias digitais já auxiliam 84,1% dos produtores rurais, sejam grandes, médios ou pequenos (BlogBB, 2022).” Para que esses sistemas funcionem de forma efetiva, é preciso que o ambiente rural esteja conectado em uma rede interna, sendo que esta pode ou não estar conectada na internet.

O objetivo deste projeto é apresentar a proposta de um sistema capaz de usufruir de redes já existentes e elaborar um Hub de sensores do tipo plug-play, ou seja, capaz de reconhecer e se auto configurar com os sensores conectados a ele, que sirva para coletar dados que não estejam no escopo da rede em questão e/ou atuar em pontos específicos nos quais módulos mais complexos não tenham acesso.

### 2. METODOLOGIA

Para que o Hub seja eficiente em locais de difícil acesso sem a necessidade de manutenção contínua, é necessário que ele tenha um baixo consumo de energia, assim podendo se manter por mais tempo somente utilizando baterias como fonte, deve ter a capacidade de identificar quais sensores estão acoplados e realizar a leitura dos mesmos e, por último, ser capaz de enviar a informação processada dos sensores para a rede à qual o hub está incluso.

Considerando as características apresentadas, foi definido estudar e utilizar módulos de microcontroladores, Arduino Nano ou ESP32, para realizar a leitura e processamento das informações e rádios da tecnologia LoRaMesh para transmitir do hub para a central da rede.

#### 2.1 RÁDIOS LORAMESH

A tecnologia LoRaMesh é a junção da tecnologia LoRa, que possui longo alcance de funcionamento e baixo consumo de energia, e a rede Mesh, em que cada rádio funciona como roteador de sinal dentro de uma malha, conectando ao rádio mais próximo, sendo o rádio principal chamado de mestre e os demais de slaves, a figura 1 demonstra um exemplo de rede mesh. Essa tecnologia é muito adequada ao projeto por possuir baixo consumo de bateria, longe alcance de funcionamento e pelo fato de que quando um slave é inserido na rede, ele passa a comunicar-se como mestre de maneira quase automática, sem necessitar de grandes configurações iniciais.

O modelo do rádio definido foi o módulo de desenvolvimento RF LoRaMesh Radioenje que atende a todos os requisitos.

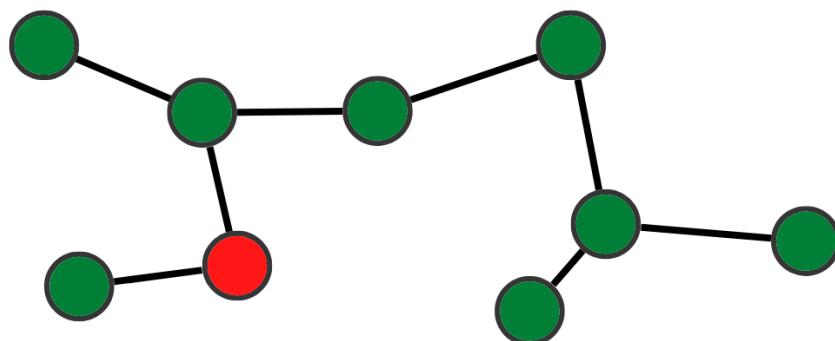


Figura 1 - Rede mesh.

## 2.2 MICROCONTROLADOR

Como dito, uma necessidade primária do projeto é o baixo consumo de energia, quando feita a revisão bibliográfica sobre os microcontroladores Arduino Uno e ESP32 o segundo se sobressaiu por ter modos de operação que necessitam de menor corrente de operação em relação ao primeiro, motivo pelo qual o ESP32 foi escolhido.

Dos modos de consumo de energia disponíveis no ESP32, dois foram utilizados, o primeiro é chamado de “Modem Sleep Mode” e tem a função de desativar os módulos de Wi-Fi e Bluetooth do microcontrolador, o segundo modo é chamado de “Deep Sleep Mode”, neste a maioria das funções internas são desativadas, mantendo apenas o processador, a memória e o timer de “Wakeup” que tem a função de tirar o sistema do Deep Sleep ativados.

Além dos modos de operação, a frequência de operação interna também é responsável pelo consumo de energia, sendo dividida em 80MHz, 160MHz ou 240MHz, a primeira foi escolhida por possuir menor consumo, como pode ser visualizado na figura 2.

Power mode	Description			Power consumption
Modem-sleep	The CPU is powered on.	240 MHz	Dual-core chip(s)	30 mA ~ 68 mA
			Single-core chip(s)	N/A
		160 MHz	Dual-core chip(s)	27 mA ~ 44 mA
			Single-core chip(s)	27 mA ~ 34 mA
		Normal speed: 80 MHz	Dual-core chip(s)	20 mA ~ 31 mA
			Single-core chip(s)	20 mA ~ 25 mA
Light-sleep				0.8 mA
Deep-sleep		The ULP coprocessor is powered on.		150 $\mu$ A
		ULP sensor-monitored pattern		100 $\mu$ A @1% duty
		RTC timer + RTC memory		10 $\mu$ A
Hibernation		RTC timer only		5 $\mu$ A
Power off		CHIP_PU is set to low level, the chip is powered off.		1 $\mu$ A

Figura 2 - Tabela de comparação de consumo de energia do ESP32.

## 2.3 FUNCIONAMENTO GERAL

O funcionamento do Hub será dividido em quatro etapas, sendo elas a identificação e leitura dos sensores, processamento das informações lidas, a transmissão do pacote já processado do slave para o mestre e por último o “sleep mode”. Para facilitar o entendimento, a figura 3 apresenta a proposta do Hub com o rádio à direita, o ESP32 no centro e um exemplo de sensor à esquerda.

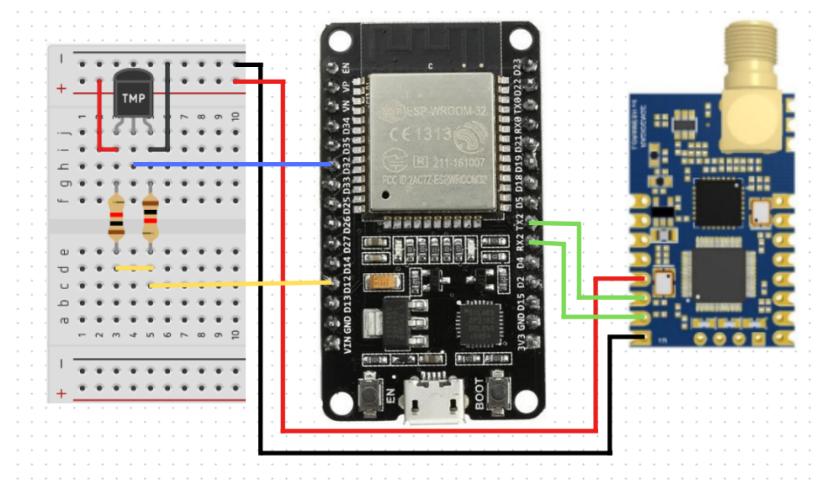


Figura 3 - Proposta do circuito.

Na etapa de identificação e leitura dos sensores, os dispositivos serão conectados ao microcontrolador conforme a necessidade individual ao mesmo tempo que um divisor de tensão específico para cada tipo de sensor é conectado em uma das entradas analógicas do ESP32, desta forma, a leitura da tensão sobre a entrada analógica determinará o tipo do sensor, e então será executada a leitura previamente estipulada para o mesmo.

Na etapa de processamento, o microcontrolador “empacotará” a informação lida juntamente com o horário do teste e tipo de sensor, então esse pacote será armazenado numa fila de dados a serem transmitidos.

A etapa de transmissão terá a função de pegar o pacote da etapa anterior e enviar para o mestre.

Por último, o microcontrolador determinará o tempo para a próxima leitura, configurará o timer de “Wakeup” e entrará no “Deep Sleep Mode”.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a revisão bibliográfica terminada e as etapas de funcionamento definidas, o próximo passo necessário é a realização de testes do protótipo do Hub, porém, por conta da pandemia de Covid-19 os testes foram atrasados e deverão ser feitos em um próximo momento, sendo realizados apenas testes pontuais das etapas de funcionamento e comunicação.

Se faz necessário também um estudo maior sobre os efeitos das condições climáticas e físicas sobre esse tipo de sistema deixado por longos períodos em locais sem receber manutenção, e como melhor proteger os componentes eletrônicos da degradação.

### 4. CONCLUSÕES

Mesmo sem um protótipo em funcionamento ou testes mais elaborados, o Hub demonstrou ser uma boa opção quando se trata de suprir a necessidade por sensores para realizar testes em locais específicos sem ter que preparar instalações elétricas ou deslocar uma grande quantidade de equipamentos. Além disso, o fato do Hub ser plug-play deixa possível ser manuseado sem grandes conhecimentos técnicos na área, deixando esse sistema altamente flexível.

### 5. AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFPel, pelo apoio da Bolsa Iniciação Tecnológica, concedida no ciclo 2021/2022, e a empresa Partamon que me proporcionou a oportunidade de trabalhar como inovação tecnológica na agricultura 4.0.

### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SEARCHINGER, T. **Creating a sustainable food future: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050.** Washington: World Resources Institute, 2019.

BLOGBB. **Agricultura 4.0: o campo mais conectado.** Blog BB, 23 fev. 2022. Plugados. Acessado em 18 ago. 2022. Online. Disponível em: <https://blog.bb.com.br/agricultura-4-0/>

ESPRESSIF. **ESP32 Series.** Espressif Systems, 2022. Datasheet. Acessado em 20 ago. 2022. Online. Disponível em: [https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf)

RADIOENGE. **Módulo LoRaMesh.** RADIOENGE, jul. 2022. Manual do Usuário. Acessado em 20 ago. 2022. Online. Disponível em: [https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_datasheet\\_en.pdf](https://espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_datasheet_en.pdf)