

**Evento:** XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

## **DESENVOLVIMENTO DE UMA REDE WIRELESS PARA SENSORIAMENTO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA PARA APLICAÇÃO NA AGRICULTURA<sup>1</sup>**

### **DEVELOPMENT OF A WIRELESS NETWORK FOR SENSING PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION WITH APPLICATION IN AGRICULTURE**

**Darlei Elias Schiling<sup>2</sup>, Mateus Felzke Schonardie<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Pesquisa incorporada no Grupo de Instrumentação e Processamento de Energias (GIPE) e Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) da UNIJUI em parceria com o Departamento da Agronomia com a finalidade de aprimorar um sistema de aquisição de dados da radiação fotossinteticamente ativa

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Bolsista PROBIC/FAPERGS, eliaschiling@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor em Engenharia Elétrica da UNIJUI, DCEEng - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, coordenador da pesquisa, mateus.schonardie@unijui.edu.br

#### 1. INTRODUÇÃO

A NASA [1] nos afirma que nada é mais importante para nós na Terra do que o Sol. Sem o calor e a luz do Sol, a Terra seria uma bola de pedra sem vida revestida de gelo. O Sol aquece nossos mares, agita nossa atmosfera, gera nossos padrões climáticos e dá energia às plantas verdes crescentes que fornecem comida e oxigênio para a vida na Terra.

Neste contexto, o estudo da radiação solar se mostra de grande importância. Inúmeras pesquisas e estudos sobre o assunto vem sendo desenvolvidos, tratando desde temas como padrões climáticos, energias alternativas, assim como a importância da radiação solar nas áreas biológicas e agrônomicas.

A radiação fotossinteticamente ativa, também abreviada como RFA, refere-se à fração de radiação que é utilizada pelas plantas para a realização do processo da fotossíntese. Apesar de representar uma grande importância nas áreas biológicas e agrônomicas, a RFA ainda consiste em uma área com pouca base teórica relevante na literatura, resultando na falta de informações precisas. Esta pesquisa é incorporada no Grupo de Instrumentação e Processamento de Energias (GIPE) e Grupo de Automação Industrial e Controle (GAIC) da UNIJUI, em parceria com o Departamento de Estudos Agrários, com a finalidade de melhorar um sistema de aquisição de dados de radiação fotossinteticamente ativa, cujo funcionamento era comprometido por diversos fatores.

A fim de se obter uma medição do espectro da RFA, também encontrada na bibliografia como luz visível, diversos pesquisadores definiram uma faixa espectral do comprimento de onda de luz visível, ou ainda RFA, sendo elas muito semelhantes. "Em 1972 K. MCCREE [2] testou algumas destas definições e demonstrou chegando ao resultado de que a faixa espectral dos 400 nm aos 700 nm era a mais precisa para definir a resposta da RFA". "A radiação nesta largura de onda pode ser expressa na forma de energia (W / m<sup>2</sup>) ou em quantum (mol • m<sup>-2</sup> • s<sup>-1</sup>) conforme MCCREE [3] demonstra em 1981".

**Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

Atualmente as metodologias e equipamentos que realizam o sensoriamento dos dados da RFA são constituídos por inúmeras barras de sensores conectados a um equipamento dattaloger, que realiza o armazenamento destes dados. As barras de sensores compostas por fotocélulas específicas para o comprimento de onda correspondente a RFA eram conectadas ao dattaloger via cabo físico, o que pode produzir sérios problemas na confiabilidade dos dados aferidos.

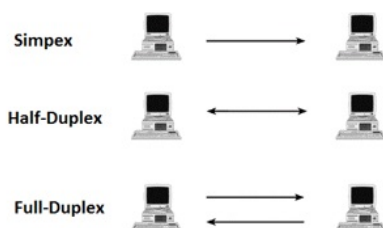
Este sistema continha problemas característicos como o limite físico da distância entre as barras de sensores e o dattaloger, assim causando perdas referente a queda de tensão ao longo do cabo e dessa forma também limitando a área de aferição abrangida. Outros problemas encontrados no sistema era o limite do número de barras possíveis correspondente ao número de entradas do dattaloger e os constantes problemas na calibração dos sensores.

A fim de solucionar os diversos problemas no sistema supracitado, a proposta do projeto foi desenvolver uma rede wireless para realizar o sensoriamento da RFA, de forma que seria possível distribuir inúmeros módulos sensores em uma vasta área a ser monitorada. A rede consiste em uma proposta de comunicação mestre-escravo com enlace em estrela onde os módulos escravos são todos conectados ao módulo mestre e a comunicação utilizada é do tipo half-duplex.

STUDY REGULAR [4] explica que na comunicação half-duplex, cada módulo pode transmitir e receber dados, porém a troca de dados não acontece simultaneamente, de forma que quando um dispositivo está transmitindo, o outro pode apenas receber e vice-versa. Assim a comunicação half-duplex pode ser comparada a uma via de mão única, onde os carros podem fluir em ambas direções, de forma que quando o tráfego é permitido em uma direção a outra via deve esperar. Assim podemos observar na Figura 1 os tipos de comunicação de uma rede.

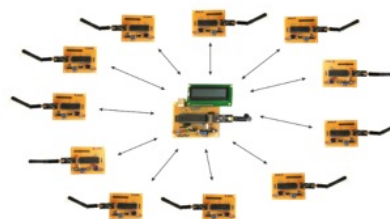
Neste contexto, o módulo mestre que é responsável pelo gerenciamento do sistema da rede. Também é responsável pelo armazenamento dos dados. Assim, o projeto demonstra o desenvolvimento de uma rede de aquisição de dados de RFA, com múltiplos módulos escravos fazendo o sensoriamento e transmissão wireless em um enlace do tipo estrela para o módulo mestre. O sistema proposto é apresentado abaixo na Figura 2.

Figura 1 - Tipos de comunicação



Fonte: Adaptado de STUDY REGULAR [4]

Figura 2 - Tipos de comunicação



Fonte: Do autor

No campo das ciências biológicas e no setor agrícola, o estudo da RFA é de suma importância, porque ela interfere diretamente no processo de crescimento das plantas. Isto torna a sua caracterização e seu efeito muito importante no setor agrícola. Aliado a isso, é possível observar que o agronegócio atualmente vem se desenvolvendo cada vez mais, exigindo sistemas modernos de automação, precisão e instrumentação agrícola. Por fim, é bastante notória a importância que o projeto proposto possui, de forma que ter o conhecimento sobre a distribuição de RFA aplicado no

**Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

cultivo agrícola pode ser uma ferramenta poderosa no processo de tomada de decisões na agricultura, auxiliando em estudos que visam à maximização da produção agrícola, resultando em ganho econômico e aumento da produção de alimentos no mundo.

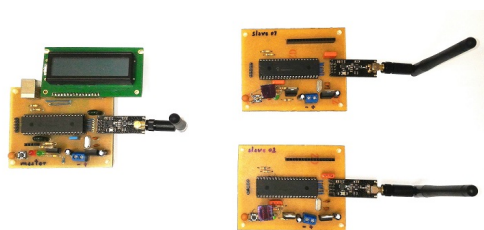
## 2. METODOLOGIA

Tendo definidas as metodologias e parâmetros para a construção da rede wireless para o sensoriamento da RFA, partiu-se então para o estudo e desenvolvimento de protótipos dos módulos mestre e escravo, e posteriormente a construção e fase de testes do algoritmo implementado nos módulos a fim de estabelecer a comunicação em rede.

Assim sendo, o sistema mestre-escravo desenvolvido, demonstrado na Figura 3, é gerenciado por um microcontrolador Microchip PIC18F4550. Este foi escolhido por agregar suporte a vários periféricos, como por exemplo, conversor analógico-digital (A/D) de 10 bits, quatro temporizadores, interface serial EUSART (Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter), interface USB (Universal Serial Bus), e a interface ICSP ou SPI (In-Circuit Serial Programming or Serial Peripheral Interface), a qual é usada para comunicar o microcontrolador com o transceiver nRF24L01+.

A rede sem fio é o meio de troca de informações escolhidos para este sistema. Como dispositivo de comunicação por rádio frequência foi utilizado o transceiver nRF24L01+. Este dispositivo efetua a modulação GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) na transmissão dos dados à uma taxa de no máximo 2Mbps e pode ser acessado utilizando o protocolo de comunicação SPI. Possui um amplificador com antena integrada e a potência de transmissão pode ser configurada na faixa de -18 a 0dBm, possibilitando um alcance de 1000 metros (sem obstáculos).

Figura 3. Protótipo do sistema mestre-escravo



Fonte: Do autor

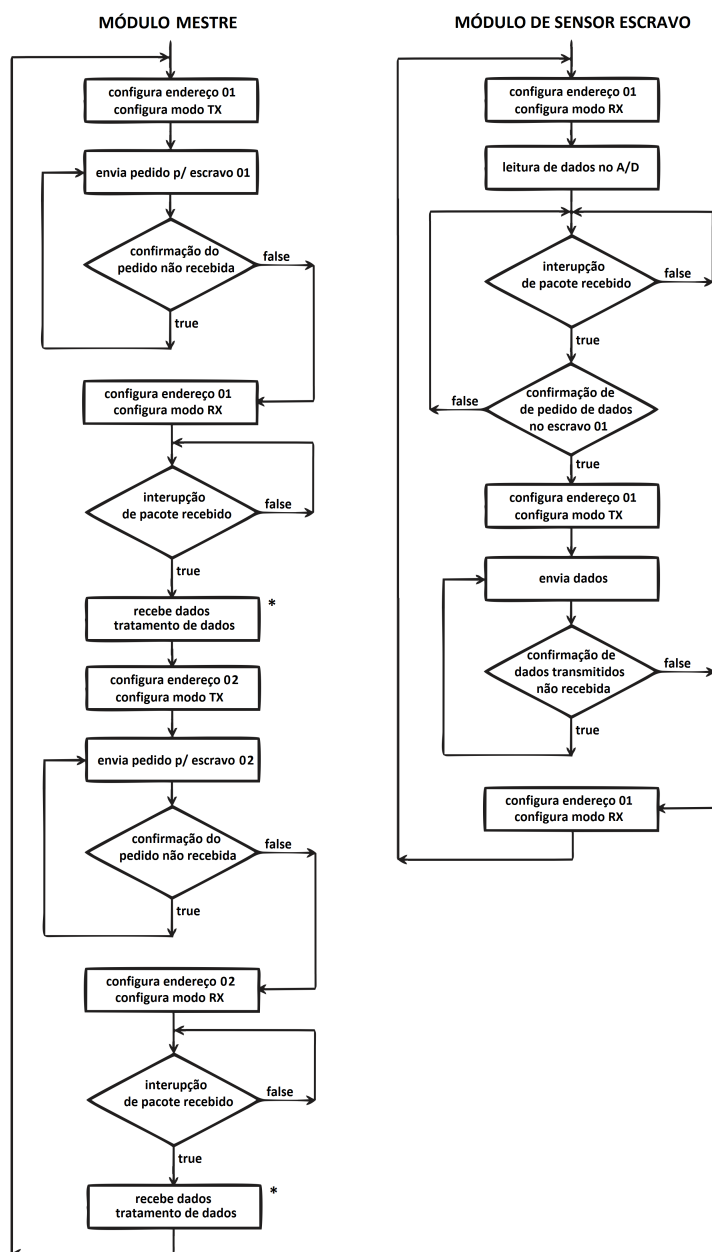
Assim sendo, o microcontrolador PIC18F4550 presente nos módulos escravos, faz a leitura da tensão na célula através do conversor A/D, sendo este, configurado para trabalhar com uma tensão de referência de 105mV, a fim de que se tenha uma maior resolução na leitura. Sendo assim, o conversor A/D retorna um valor de 10bits, que é quebrado em duas variáveis de 8bits, para que então possa ser enviado ao nRF24L01+ através do protocolo de comunicação SPI.

Por sua vez, o módulo mestre faz o gerenciamento da estrutura que pode ser observada e entendida na Figura 4, onde os dados dos escravos são recebidos em 8bits, através do mesmo protocolo de comunicação do microcontrolador. Posteriormente, ele converte novamente os dados recebidos para variáveis de 10bits, a partir de então, faz o tratamento destes dados que até então

**Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

são apenas valores digitais, a fim de se obter a leitura correspondente da incidência de RFA em mol • m-2 • s-1. Posteriormente, para implementação futura, neste momento o microcontrolador fara o armazenando os dados em um cartão SD.

Figura 4 - Estrutura do algoritmo mestre-escravo



Fonte: Do autor

## Evento: XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Com o desenvolvimento da rede wireless será possível eliminar uma série de fatores supracitados que eram problema no sistema implementado anteriormente, assim podendo mensurar os dados da RFA com confiabilidade.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Desta maneira, com a rede wireless em funcionamento o projeto se encaminha para um protótipo final, onde um número  $n$  de módulos escravos realizarão o sensoriamento em uma área de com raio de até 1km e o módulo mestre coletará estes dados e os armazenará em um cartão SD, estando estes disponíveis ao pesquisador e homem do campo.

Por fim a estrutura da rede e armazenamento de dados envolvida neste projeto, pode ser aplicada não somente no sensoriamento de RFA. A plataforma de aquisição de dados pode ser implementada para monitoramento de qualquer outro dado, de forma que apenas se faz necessário adequar os sensores e metodologia para aquisição do dado desejado.

### 4. CONCLUSÕES

Assim sendo, os resultados da pesquisa já se mostram concretos e bastante significativos, pois se encaminha para uma fase final do projeto, de forma que o único desafio restante é realizar o armazenamento destes dados em um cartão SD para que o sistema esteja completo. Desta maneira o projeto vislumbra grandes perspectivas futuras, pois visa contribuir no setor de instrumentação agrícola, cumprindo o objetivo de trazer dados de confiabilidade da RFA de forma ágil e versátil, se tornando ferramenta importante no processo de tomada de decisão para o pesquisador e homem do campo.

### 5. PALAVRA-CHAVE

Radiação fotossinteticamente ativa; Sensoriamento; Rede de comunicação wireless.

### 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fapergs pela bolsa de pesquisa e a colaboração do Grupo de Automação Industrial e Controle e Grupo de Instrumentação e Processamento de Energias da UNIJUI.

### 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NASA. "A Meeting with the Universe: Science Discoveries from the Space Program". Washington, DC. GPO, 1981.
- [2] MCCREE, Keith J. "The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants". *Agricultural and Forest Meteorology*. 9:191-216, 1972.
- [3] MCCREE, Keith J. (1981) "Photosynthetically active radiation" p. 41-55. O.L. Lange, P.S. Nobel, C.B.
- [4] STUDY REGULAR. "Introduction of computer networks". Disponível em: <<http://studyregular.in/introduction-of-computer-networks/>>. Acesso em: 2 de julho de 2017

**Evento:** XXV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA