

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

DESENVOLVIMENTO DE UMA REDE DE SENSORES INTELIGENTES PARA AQUISIÇÃO DE DADOS DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA PARA APLICAÇÃO NA AGRICULTURA¹

Darlei Elias Schiling², Robson Alessandro Stochero³, Mateus Felzke Schonardie⁴, Luís Fernando Sauthier⁵, Cleusa Adriane Menegassi Bianchi Kruger⁶

¹ 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.

² Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Bolsista PIBIC/CNPq, eliaschiling@gmail.com

³ Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Pesquisador voluntário, robson.stochero@gmail.com

⁴ Professor Doutor em Engenharia Elétrica da UNIJUI, DCEEng - Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, coordenador da pesquisa, Orientador, mateus.schonardie@unijui.edu.br

⁵ Aluno do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Bolsista PIBITI/CNPq, luisfernandosauthier@gmail.com

⁶ Professora Doutora em Agronomia, DEAG - Departamento De Estudos Agrários, Colaboradora da pesquisa, cleusa.bianchi@unijui.edu.br

1. INTRODUÇÃO

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 ruídos e interferências devido à grande extensão dos fios que conectavam os antigos sensores - de dimensionamento duvidoso - a um datalogger.

Como supracitado, esta radiação (RFA) se refere a parcela da radiação global que é aproveitada pelas plantas, para que as mesmas realizem a fotossíntese. 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. "TAIZ & ZEIGER [1] afirmam que pela absorção da RFA, as plantas convertem a energia luminosa em energia química necessária para seus processos vitais".

O setor agrícola no Brasil é uma área com baixos investimentos em tecnologia, que aos poucos vem sendo modernizado. Neste contexto, ter o conhecimento sobre a distribuição de RFA, aplicado no cultivo de diferentes culturas é importante, podendo 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.

A fim de se obter uma medição do espectro de 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^2) ou em quantum ($mol \cdot m^{-2} \cdot s^{-1}$) conforme MCCREE [3] demonstra em 1981".

Para aquisição dos dados de RFA, é necessário utilizar um sistema composto por sensores e uma base armazenadora de dados, para que estes possam ser posteriormente analisados. Assim, o presente projeto demonstra o desenvolvimento de uma rede de aquisição de dados de RFA, com múltiplos sensores e circuitos transmitindo os dados via wireless para uma base armazenadora de dados. O monitoramento de dados deve ser realizado através de uma rede de microcontroladores, que estarão transmitindo os dados obtidos via wireless para uma base de armazenamento, que consiste em outro microcontrolador conectado a um computador ou efetuando o armazenamento em um cartão SD.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

2. METODOLOGIA

Primeiramente, para o desenvolvimento do projeto, se fez necessário um estudo aprofundado sobre o tema, considerando as possibilidades, metodologias e materiais a serem utilizados. A partir de então, pôde-se consolidar qual abordagem o projeto utilizaria, de forma a cumprir sua proposta de maneira precisa e coerente.

Para a obtenção dos níveis de RFA optou-se por trabalhar com um método direto através de sensores quânticos. Em geral, pode-se utilizar sensores como fotodiodos de arsenieto de gálio, cujo espectro se situa de 300 a 680 nm, valores estes muito próximos da faixa espectral desejada. Ou ainda, podem ser utilizadas células fotovoltaicas, mas para isto é necessário observar a faixa espectral de recebimento de radiação, cujos valores dependem do material e do fabricante.

No presente projeto foi definida a utilização de células fotovoltaicas de silício amorfo para a aquisição do fator de RFA, sendo a faixa espectral de 350 a 750 nm e que possui uma área ativa de 40 mm², fabricada pela empresa Solems, situada na França.

O parâmetro utilizado para fazer a leitura do nível de RFA é a corrente de curto circuito, que é diretamente proporcional a sua intensidade, conforme representado na Figura 1. Observa-se, na Figura 1, que o $y=0,002x$ é a equação da reta e o $R^2=0,9992$ representa uma ótima interpolação, provando a linearidade entre a RFA e a corrente de curto circuito.

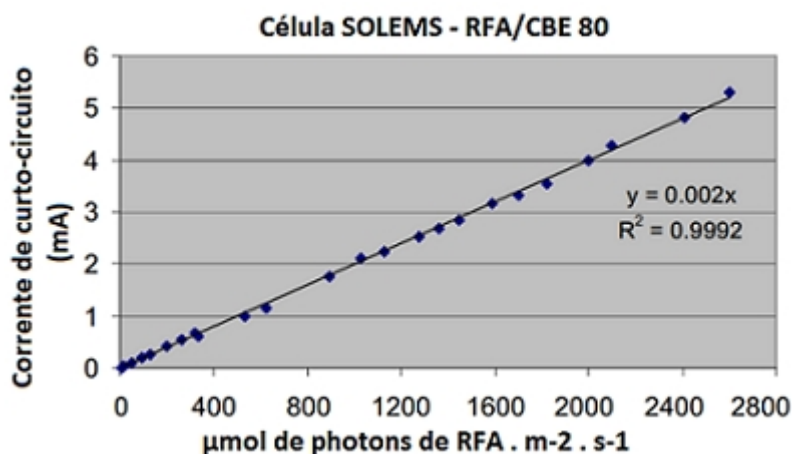


Figura 1 - Corrente de Curto-Circuito x RFA - LABOURET [4]

Para fazer a aquisição de um sinal em níveis de tensão e facilitar a medição, colocou-se uma resistência de carga em paralelo com a célula. A corrente de carga possui um valor muito próximo do valor da corrente de curto circuito. Portanto, adicionando uma resistência em paralelo com a célula, esta não influenciará na leitura, e permitirá a mesma ser realizada em níveis de tensão pelo microcontrolador. Observa-se a linearidade da tensão em relação a corrente, em até 100mV, representada na Figura 2.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

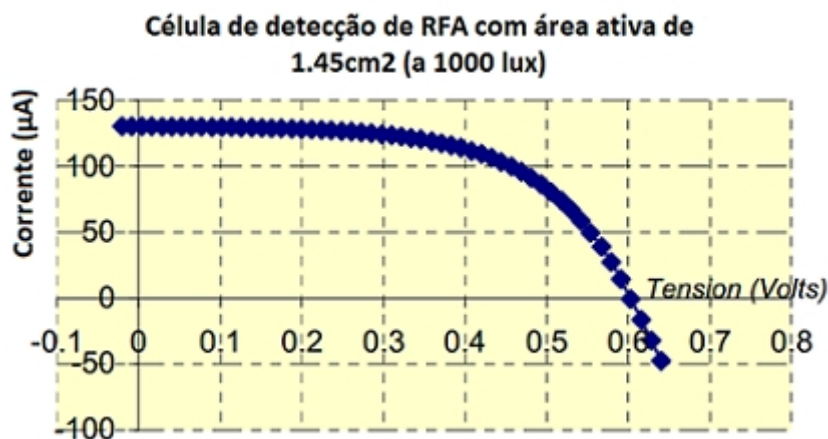


Figura 2 - Corrente x Tensão da Célula Solems - LABOURET [5]

Com o intuito de iniciar alguns testes de campo para provar a metodologia supracitada, tornou-se necessária a utilização de um equipamento comercial específico de medição de RFA (Accupar, LP80). Pôde-se assim comprovar a veracidade dos valores de tensão provenientes da célula fotovoltaica, quando comparados aos seus respectivos valores em RFA.

Definidas as metodologias e parâmetros para medição, partiu-se então para o estudo e posterior montagem dos métodos e dos equipamentos necessários para a transmissão e recepção das informações via wireless como também armazenamento de dados.

Assim sendo, o sistema desenvolvido, demonstrado na Figura 3, é gerenciado por um microcontrolador 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 controlar 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).

Até o presente momento, o sistema desenvolvido se baseia na comunicação entre um módulo mestre e um módulo escravo, sendo estes construídos a partir do microcontrolador PIC18F4550 e transceiver nRF24L01+, conforme representado na Figura 3. Desta maneira, este sistema consiste em ser uma base inicial para a posterior implementação do sistema em uma rede com múltiplos módulos escravos.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

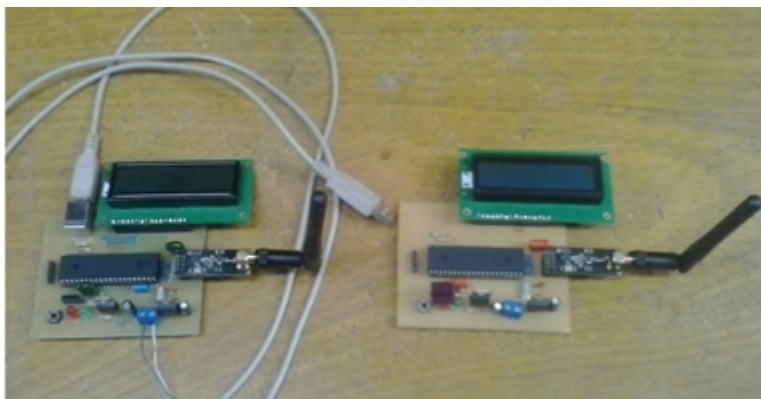


Figura 3 - Protótipo do sistema

Assim sendo, o microcontrolador PIC18F4550 presente no módulo escravo, 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 recebe os dados 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, envia via USB para um computador, afim de que estas informações possam ser armazenadas e tratadas. Posteriormente, para implementação futura, considera-se a utilização de um microcontrolador armazenando os dados em um cartão SD, para que não haja necessidade de ter-se um computador no local da coleta de dados da RFA.

Atualmente, este projeto encontra-se em fase de comunicação entre um módulo mestre e um módulo escravo, estando também em fase de estudo referente a implementação do sistema trabalhando em rede com múltiplos módulos escravos. Este último, envolve uma complexidade maior, mas traz todos os benefícios da tecnologia wireless para um sistema de coleta de dados multiponto, cumprindo assim a proposta final do projeto. Na fase atual também, está sendo implementado o já citado armazenamento dos dados coletados em cartão SD, para que, como supracitado, não seja necessário um computador no local de coleta de dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da fase atual deste projeto, que como já citado apresenta-se baseado na comunicação ente um módulo mestre e um escravo, podemos acompanhar as primeiras medições realizadas para comprovar a metodologia adotada, conforme demonstrado na Figura 4. Esta figura demonstra a comparação entre os valores de RFA medidos pelos módulos e os valores obtidos através do equipamento comercial de medição de RFA (Accupar, LP80).

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

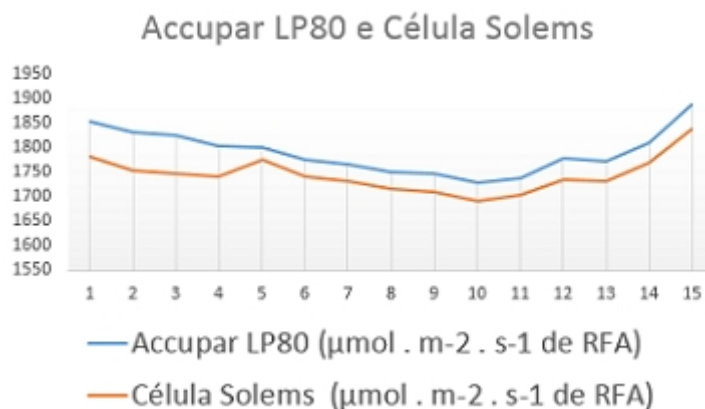


Figura 4 - Comparação de resultados

Analisando os dados obtidos foi possível constatar que o erro médio entre a célula e o dispositivo de medição de PAR (Accupar LP80) foi de apenas 2,61%. Isso mostra que o método adotado é eficaz, considerando ainda que é possível implementar um fator de correção através de métodos estatísticos para que o resultado seja mais aproximado do ideal. Além do mais, através da mesma ferramenta computacional utilizada na Figura 4, é possível se verificar a oscilação da RFA em um determinado período de um dia, por exemplo, conforme representado na Figura 5. Esta figura apresenta um gráfico com a representação dos dados de RFA, obtidos pelo sistema em um dia parcialmente nublado de outono, em frente ao Departamento de Ciências Exatas e Engenharias da UNIJUI.

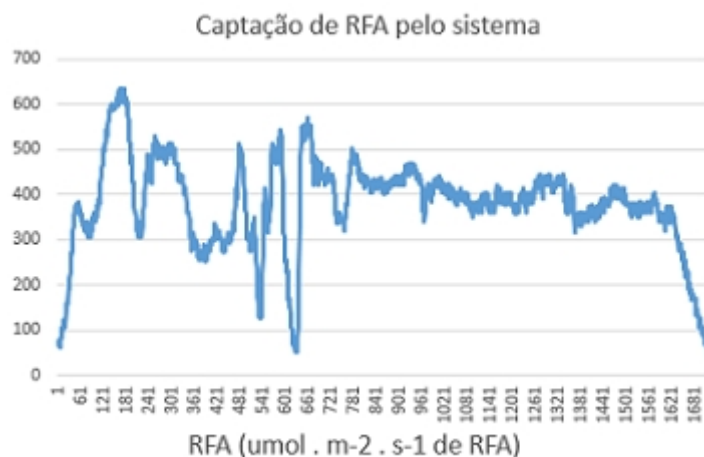


Figura 5 - Resultados do sistema

Desta maneira, ao se analisar a atual fase do sistema proposto, bem como as representações das Figuras 4 e 5, observa-se que mesmo este estando em etapa intermediária de desenvolvimento, já apresenta a capacidade de realizar a coleta e armazenamento de dados da RFA. Bem como ter a capacidade de tornar estes dados visíveis através de ferramentas computacionais.

Modalidade do trabalho: Relatório técnico-científico

Evento: XXIV Seminário de Iniciação Científica

4. CONCLUSÕES

Ao se analisar o proposto por este projeto, observa-se que este, mesmo estando em fase intermediária de desenvolvimento, tem cumprido os objetivos para ele determinados, bem como já possuindo a capacidade de gerar, transmitir e armazenar os dados de RFA obtidos.

Assim sendo, os resultados da pesquisa já se mostram concretos e bastante significativos, pois vislumbra grandes perspectivas futuras, porém existem desafios que ainda necessitam ser vencidos, como a implementação do funcionamento do sistema em rede para mais módulos. Mesmo assim, já é possível ver como o sistema pode trazer benefícios na área das ciências agrárias, cumprindo o objetivo de trazer dados coerentes 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; Células Fotovoltaicas; Rede de Comunicação wireless.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq 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] TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- [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] LABOURET, Anne. "DéTECTEURS quantiques de PAR et de rayonnement solaire: validité, conditions d'emploi, étalonnage". Solems S.A.
- [5] LABOURET, Anne. "How to use Solems detection cells for lux measurment". Solems S.A.