

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

**DESENVOLVIMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DE UM DATALOGGER PARA  
MEDIÇÃO DE RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA<sup>1</sup>  
DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF A DATALOGGER FOR  
PHOTOSYNTHETICALLY ACTIVE RADIATION MEASUREMENT**

**Leonardo Antônio Brum Viera<sup>2</sup>, Mateus Felzke Schonardie<sup>3</sup>, Cristiano  
Langner<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> 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

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UNIJUI, bolsista PIBIC/UNIJUI, leonardo.vieraa@outlook.com;

<sup>3</sup> Professor do Curso de Engenharia Elétrica da UNIJUI, Coordenador, Orientador. mateus.schonardie@unijui.edu.br

<sup>4</sup> Aluno do Curso de Graduação em Engenharia Elétrica da UNIJUI, bolsista PIBIC/CnPq, cristianolangner@gmail.com

### **INTRODUÇÃO**

A agricultura é um dos setores de maior importância no Brasil, pois, sua atividade movimenta a economia e necessita grande mão de obra, gerando trabalho para a população. Além da manutenção, para obter bom resultado, as culturas dependem de uma série de fenômenos naturais, dentre eles, a radiação solar disponível às plantas.

Conforme afirma Schiling (2016), a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), se refere a parcela da radiação global que é aproveitada pelas plantas para realização do processo de fotossíntese. Segundo os autores Taiz & Zeiger (2004), as plantas convertem a energia luminosa em energia química, necessária para os seus processos vitais, pela absorção da RFA.

A medição da RFA é importante para o desenvolvimento de novas tecnologias, que visam melhorar a eficiência no processo de cultivo das plantas. Para a obtenção destes valores de radiação, é necessário saber a faixa espectral, na qual a mesma se encontra, ou seja, o seu comprimento de onda. Mccree (1972), testou algumas destas faixas e demonstrou que, a faixa espectral dos 400 nm aos 700 nm era a mais precisa para a resposta da RFA. A partir disso, podem ser criados sensores que possuem sensibilidade nesta faixa espectral, medindo com precisão os valores de radiação.

Para a obtenção de valores confiáveis, é necessário distribuir sensores ao longo lavoura, em vários pontos, e também, fazer a coleta de dados durante um longo período de tempo. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um dispositivo datalogger (coleta e armazena dados), que recebe, via radiofrequência, dados de RFA coletados por uma rede de sensores.

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

Este projeto é a continuação de uma pesquisa que já contava com a rede de aquisição de dados, porém, existia grande precariedade no sistema de armazenamento (datalogger), motivo pelo qual encontrou-se a necessidade de desenvolver um novo dispositivo, capaz de apresentar em seu sistema comunicação sem fio (wireless), armazenamento de dados, controle de data e hora, robustez (suportar fenômenos climáticos), e ainda, boa autonomia de bateria.

Inicialmente, foi realizada uma pesquisa acerca dos componentes que seriam necessários para o desenvolvimento do dispositivo.

Para executar a conversão da grandeza de radiação em uma grandeza elétrica manipulável, é necessário empregar um sensor no sistema, que neste caso foram utilizados sensores fotovoltaicos fabricados pela empresa francesa Solens®. Estes, são pequenas células fotovoltaicas de silício que apresentam uma sensibilidade na faixa de frequência da radiação RFA, fazendo uma conversão direta de radiação para corrente elétrica.

Como um dos objetivos, foi trabalhar com comunicação sem fio (wireless), são necessários dispositivos que se comuniquem através de ondas eletromagnéticas e, desta forma, optou-se pelo módulo de rádio frequência nRF24l01+, fabricado pela empresa Nordic Semiconductor®. O mesmo, apresenta uma frequência de comunicação na faixa de 2.5GHz a 2.56GHz, e pode operar como receptor e transmissor de informações, possibilitando uma comunicação bidirecional entre os dispositivos de medição e o datalogger. Além disso, outra das suas qualidades é o seu alcance, que pode chegar até 1km em campo aberto.

O dispositivo datalogger possui a necessidade de armazenamento dos dados e, para isso, foi utilizado um cartão SD (Secure Digital Card) implementado no sistema, que tem rotinas de comunicação simples de utilizar, se comparado à um pendrive, e tem alta capacidade de armazenamento, além da sua portabilidade.

Para o controle de data/hora foi utilizado o CI (circuito integrado) DS1302, que apresenta um relógio digital interno, enviando via comunicação I<sup>2</sup>C (Inter Integrated Circuit) a data e a hora do momento da coleta. Além disso, para ter uma interface entre o usuário e o circuito foi utilizado display de cristal 16x2, 3 leds de baixo brilho e botões de pressão.

O responsável pelo gerenciamento de todos os periféricos do circuito é um microcontrolador (MCU) PIC18F4550 fabricado pela empresa Microchip®. O mesmo apresenta 2Kb de memória Ram, 32kB de memória flash, e disponibiliza os periféricos para comunicação SPI (Serial Peripheral Interface), necessário para interface com o cartão SD e o módulo de rádio. Também apresenta módulo I<sup>2</sup>C, necessário para comunicação com o RTC, e ainda, 40 pinos, que são necessários pois o circuito tem muitos componentes que precisam estar interligados com o MCU.

Selecionados os componentes passou-se para parte de projeto. Primeiramente, utilizando um software, foi simulado todo o sistema testando individualmente todos os periféricos, e como foi utilizado um microcontrolador tornou-se necessário usar um compilador para a criação do código.

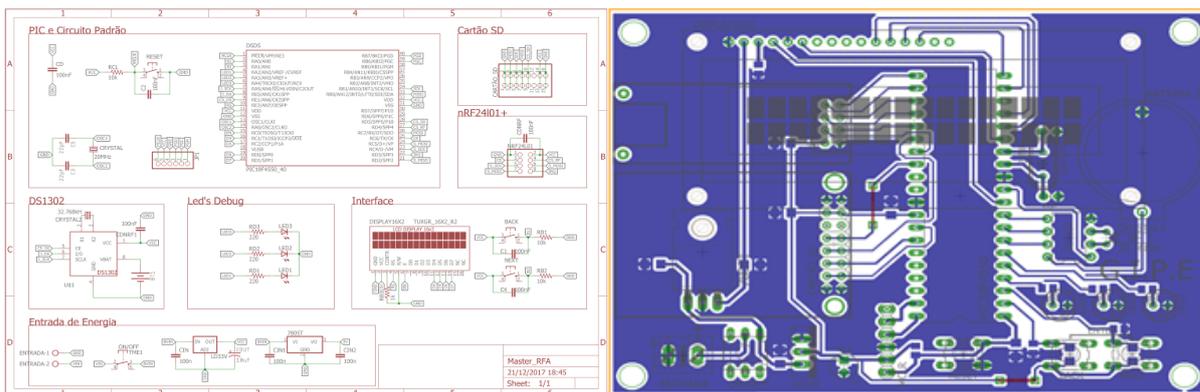
Após ser realizadas as simulações e testes em matriz perfurada (protoboard) com o circuito,

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

utilizamos o software EAGLECAD® da empresa Autodesk para desenvolver um protótipo preliminar de PCI (Placa de Circuito Impresso), como está ilustrado na figura 01.

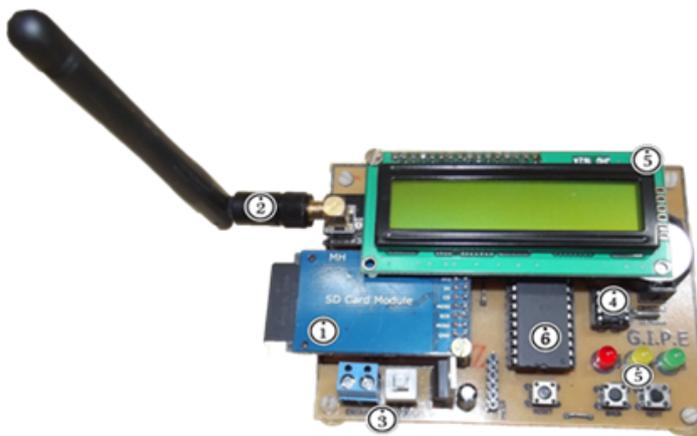
Figura 01 - Esquemático e layout do circuito



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o projeto do circuito finalizado, o mesmo foi executado na prática, e o resultado está apresentado na figura 02. Após o término do processo de confecção desta PCI, foram executados testes de comunicação com cada periférico da placa. Com tudo funcionando corretamente foram feitos os testes de aquisição, comunicação e armazenamento de dados.

Figura 02 - Protótipo finalizado



Para um maior entendimento das funções do dispositivo, os componentes estão numerados na figura anterior. O número 1 representa o cartão SD, responsável pela gravação dos dados que os circuitos de aquisição enviam. O número 2 é o módulo de rádio frequência que faz a comunicação com a rede de sensores, recebendo e enviando informações. Já o número 3, é a entrada de energia do circuito, a qual apresenta um botão ON/OFF e 2 reguladores de tensão responsáveis por

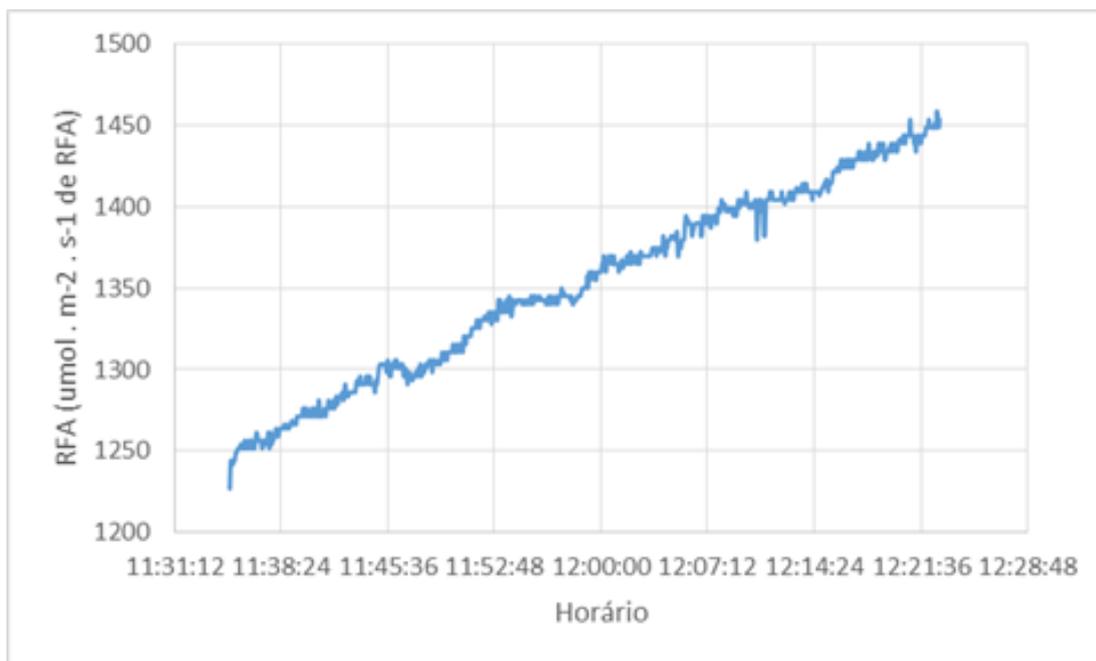
01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijui

adaptar os níveis de tensão para os componentes. O número 4 é o RTC, que interligado com o microcontrolador, gera a base de data e hora nas gravações. O número 5, por sua vez, representa os itens de interface humana, que o usuário os usa para configuração do circuito. E, por fim, o número 6, é o microcontrolador, responsável por todo o controle do circuito.

Utilizando o circuito de armazenamento descrito acima e outro, da pesquisa antiga, para aquisição de dados, foram realizados testes a fim de verificar a funcionalidade do sistema. O circuito de aquisição foi posicionado ao ar livre em uma área ampla onde não existe objetos que obstruam o sol, enquanto a base de armazenamento, estava instalada em uma área protegida. Através da comunicação wireless entre os dispositivos, ocorreu o envio dos dados de RFA para a base (datalogger), e a mesma armazenou os valores em um cartão SD juntamente com o número da amostra, a data e o horário da medição, cujos valores estão ilustrados no gráfico abaixo.

Figura 3 - Variação de RFA durante um período de aproximadamente 1 hora



Com este teste, podemos chegar à conclusão que o dispositivo está com a comunicação bem estável, transferindo os dados sem interrupção. Também, observamos que o sistema de aquisição não está gerando erros ao realizar a medição, deixando o gráfico com pouco ruído e interferência e, que o cartão SD está executando perfeitamente as rotinas de gravação. Esses dados foram captados de manhã e pode-se observar que o índice de RFA aumenta conforme aproxima-se do meio dia, resultado esperado levando em consideração que o ângulo do sol ao meio dia favorece o aumento nos índices de radiação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

01 a 04 de outubro de 2018

**Evento:** Bolsistas de Iniciação Científica e Iniciação Tecnológica da Unijuí

Os resultados do dispositivo datalogger foram muito satisfatórios, atendendo a todos os objetivos propostos, porém, ainda há a necessidade de otimização de código e confecção de PCI's com acabamento e qualidade profissional. Além disso, é necessário utilizar um dispositivo de referência para a calibração da rede de sensores, garantindo maior precisão na coleta de informações.

**Palavras-chave:** Aquisição de radiação; Armazenamento de dados; Agricultura.

**Keywords:** Acquisition of radiation; Data storage; Agriculture.

#### **AGRADECIMENTOS**

Ao PIBIC e à UNIJUI pelo financiamento deste projeto de pesquisa, ao orientador pela experiência, atenção e orientações indispensáveis para este trabalho e aos coautores pelo apoio e auxílio. Agradeço também ao GAIC (Grupo de Automação Industrial e Controle), por disponibilizar os equipamentos e suporte para o desenvolvimento do dispositivo.

#### **REFERÊNCIAS**

SCHILING, D. E. "Development of an intelligent sensor network for data acquisition of photosynthetically active radiation for use in agriculture". Anais do CRICTE, Joinvile, 2016.

MCCREE, Keith J. "The action spectrum, absorptance and quantum yield of photosynthesis in crop plants". Agricultural and Forest Meteorology. 9:191-216, 1972.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.