

AVALIAÇÃO DE SENSORES DE TEMPERATURA INFRAVERMELHA EM MUDAS DE CEDRO-ROSA (*Cedrela fissilis*)

LUARA VIEIRA DE OLIVEIRA¹, LUCAS GABRIEL MEIRA SANTANA^{2*}; FILIPE FERREIRA FIGUEIREDO³; SIDNEY PEREIRA⁴; LUCAS TADEU ALVES CARNEIRO⁵.

¹Graduanda em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMG, Montes Claros-MG, luara.moc@gmail.com

²Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMG, Montes Claros-MG, lucasmeirastn@hotmail.com

³Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMG, Montes Claros-MG, ffigueiredo@gmail.com

⁴Dr. Pesquisador, UFMG, Montes Claros-MG, sidneypereira@ymail.com

⁵Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, UFMG, Montes Claros-MG, lcarneiro.eng@gmail.com

Apresentado no

Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2016
29 de agosto a 1 de setembro de 2016 – Foz do Iguaçu, Brasil

RESUMO: Com o estímulo de facilitar cada vez mais o acesso de pequenos agricultores a equipamentos que ajudem a reduzir o desperdício de água, métodos de determinação de estresse hídrico de plantas vem sendo propostos e desenvolvidos. Nos últimos anos diversos sistemas microcontrolados ganharam espaço no desenvolvimento de novos produtos, essas plataformas proporcionam um ambiente completo de implementação e controle através de sensores específicos, neste contexto o presente trabalho visa utilizar o sistema embarcado Arduino para comparar a eficiência de um sensor de temperatura infravermelho dedicado, a plataforma em relação a um sensor convencional. O tratamento dos dados foi realizado no programa Sisvar, onde foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk e o teste de grupos de médias T de Student. Os resultados mostraram que os sensores podem ser considerados iguais, apresentando leituras médias muito próximas, verificando que o sensor em plataforma Arduino MLX90614 pode ser utilizado na leitura de temperaturas foliares de vegetais, e possui custo inferior ao termômetro digital infravermelho.

PALAVRAS-CHAVE: Temperatura foliar, infravermelho, estresse hídrico, Arduino.

INFRARED TEMPERATURE SENSORS ASSESSMENT IN CEDRO-ROSA (*Cedrela fissilis*) SEEDLINGS

ABSTRACT: With the stimulus to facilitate the access of small farmers to equipment that help reduce water waste, determination methods of water stress plants has been proposed and developed. In recent years, many microcontroller systems gained ground in the development of new products, these platforms provide a complete environment for the implementation and monitoring through specific sensors, in this context, this paper aims to use the Arduino embedded system to compare efficiency of a dedicated platform infrared temperature sensor in relation to a conventional sensor. Data processing was carried out in Sisvar program which was conducted normal Shapiro - Wilk test and the mean t Student test group. The results showed that the sensors can be considered equal with closely similar average readings, verifying that the MLX90614 Arduino platform sensor can be used in reading vegetable temperatures sheet, and has a lower cost than the commercial infrared digital thermometer.

KEYWORDS: Leaf temperature, infrared, hydric stress, Arduino.

INTRODUÇÃO

A região norte do estado de Minas Gerais sofre com o grande déficit hídrico causado pela constante irregularidade das chuvas (Castro, 2015). Este fenômeno torna a água um bem cada vez mais precioso (Chaves & Oliveira, 2004), fazendo com que novas metodologias de manejo de irrigação sejam estudadas. O déficit hídrico atualmente tem sido uma das maiores limitações à produtividade agrícola na região, causando perdas de produção e de rendimento das lavouras. A correlação entre déficit hídrico e temperatura foliar se dá pela condutância estomática dos organismos vegetais que, quando submetidas a déficit hídrico tendem a fechar seus estômatos, fazendo com que a

transpiração seja reduzida, aumentando a temperatura foliar (García-Tejero et al, 2011). Isso acontece devido à realização da transpiração vegetal, ocorrendo o consumo de calor latente da evaporação, fazendo com que a temperatura foliar diminua (Jones et al, 2012). Plantas sobre estresse hídrico, portanto respondem a falta de água diminuindo a condutância estomática, fazendo com que a temperatura foliar aumente.

A determinação da temperatura foliar torna-se importante ao ponto de qualificarmos se o vegetal em questão está sobre estresse hídrico, ou não (Juarez, 2015). Partindo desse ponto várias técnicas de determinação da temperatura foliar têm sido estudadas, a fim de verificar qual oferece melhor consistência e melhor precisão nas análises. A utilização de termômetros de mercúrio torna-se inviável ao ponto que em uma área plantada muito extensa tornaria a medição extremamente trabalhosa, com isso, os termômetros infravermelhos torna-se a opção mais viável. A radiação infravermelha faz parte do espectro eletromagnético, com comprimentos de ondas que variam entre $0,7\mu\text{m}$ a $1000\mu\text{m}$, porém somente a banda de $0,7\mu\text{m}$ a $14\mu\text{m}$ é utilizada para medições de temperatura. Os termômetros infravermelhos operam em qualquer porção da banda, devido ao fato de que qualquer objeto, exceto elementos negros, emitem quantidades ótimas de energia em pontos específicos da banda. Um objeto emite, reflete e transmite energia proporcionada por uma determinada fonte de calor, porém, apenas a energia emitida interessa a medição da temperatura. A intensidade de energia infravermelha emitida por um objeto é que indicará se houve aumento ou diminuição de sua temperatura. Portanto, a energia emitida pelo objeto atingirá o sistema óptico do termômetro, que conduzirá a energia para os detectores fotossensíveis. O detector converterá a energia infravermelha em pulsos elétricos e ao fim converterá este em valor de temperatura (Lopes, 2008).

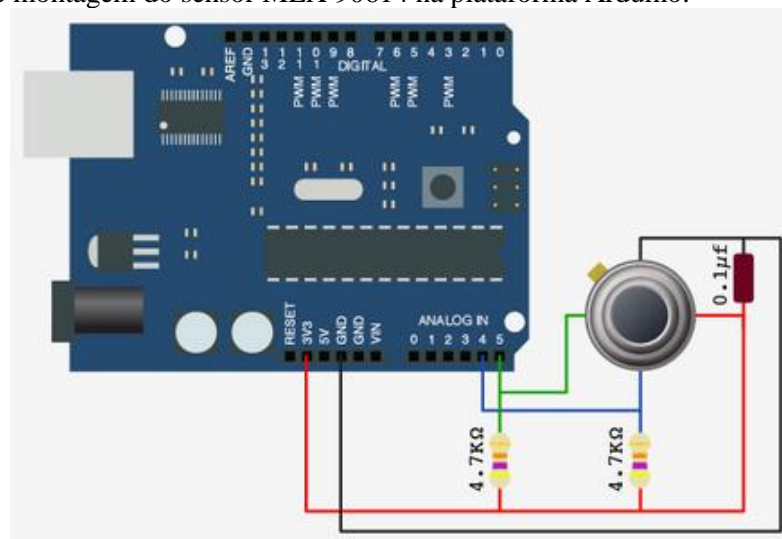
Os termômetros comerciais infravermelhos possuem custo inicial muito elevado, devido a isso o presente trabalho objetiva-se em avaliar o sensor comercial que é comumente empregado e facilmente encontrado no mercado, com o sensor MLX 90614 da Adafruit em plataforma Arduino.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Minas Gerais no Instituto de Ciências Agrárias, campus regional de Montes Claros-MG, com latitude $16^\circ 41'$ sul e longitude de $43^\circ 50'$ oeste, e altitude de 646,29 metros. Em que foram utilizadas 60 mudas de Cedro Rosa em fase inicial de crescimento.

Com a finalidade de coleta de dados foi inicialmente utilizada a plataforma de prototipagem eletrônica livre composta por *software* e *hardware*. O software utilizado foi o IDE Arduino 1.6.8, onde foram realizadas modificações no programa teste do sensor MLX 90614 de acordo com as necessidades de manuseio e obtenção de dados. O sensor MLX 90614 foi acoplado na plataforma Arduino Uno.

Figura 1. Esquema de montagem do sensor MLX 90614 na plataforma Arduino.



Fonte: Próprio autor

Em campo foram feitas medições em três horários diferentes, sendo eles às 7:00, 12:00, e 17:00, durante os dias 02/06 à 10/06 de 2016. Esse critério foi adotado visando minimizar a interferência dos fatores ambientais aumentando assim a precisão dos resultados. Tais medições foram realizadas com o sensor de Temperatura MLX 90614 que possui resolução de 0,02°C e acuidade de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ e o sensor comercial com resolução de 0,01°C e acuidade de $\pm 0,5^\circ\text{C}$, para fins de comparações.

Para análise dos dados obtidos foi utilizado o programa estatístico Sisvar, onde foi utilizado o teste T, para comparação dos grupos de médias e o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Por fim foram discutidos os resultados e elaborada a conclusão.

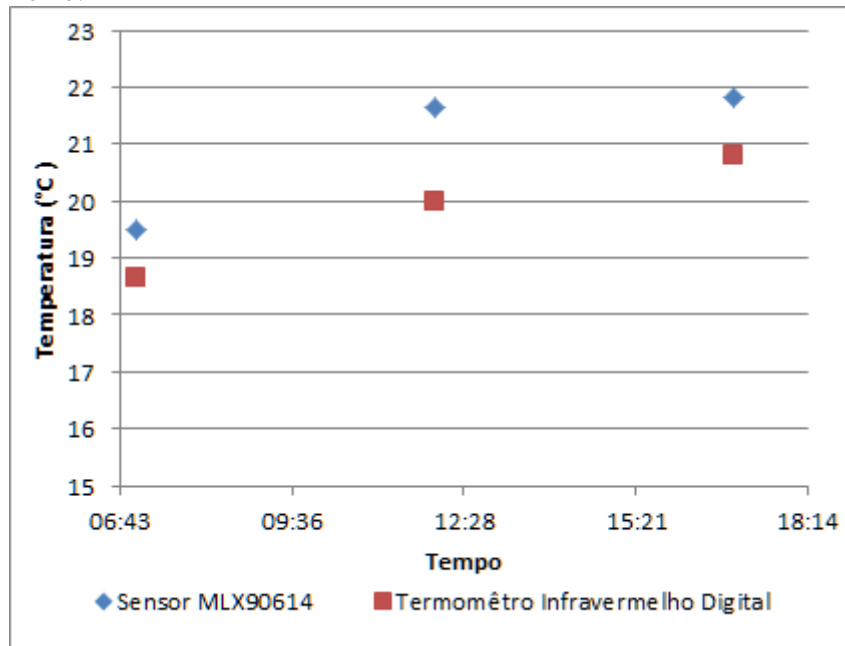
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística realizada através do software SISVAR a coleta de dados para temperatura com Sensor MLX 90614 e o termômetro digital infravermelho não apresentou diferenças significativas.

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância os resíduos podem ser considerados normais.

O teste F aplicado nos dados coletados apresenta medias semelhantes e podem ser consideradas iguais.

Gráfico 1. Gráfico das temperaturas médias de três repetições dos sensores MLX 90614 e termômetro digital infravermelho.



Fonte: próprio autor

Nota-se na Figura um, os resultados das médias dos valores coletados para os dois sensores corroboram com os resultados do programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2011), sendo assim ressalta-se que não existe diferença significativa para 5% entre os dois modelos de coleta de dados. Isso implica que o sensor MLX 90614 demonstrou eficiência na sua funcionalidade quando comparado na mesma função com o termômetro infravermelho digital.

Este sensor é de fácil manuseio pois possui uma tela interativa e outras funcionalidades que facilitam o seu uso e oferece fácil manuseio, em contrapartida o sensor MLX 90614 permite a manipulação no que se refere a coleta de dados através da plataforma de desenvolvimento, podendo modificar seu código dependendo do experimento, além de fornecer não só a temperatura do objeto bem como a temperatura ambiente simultaneamente, Além disso, por meio da manipulação do software desenvolvido o sistema oferece a opção de manipulação remota de dados, tanto na coleta quanto no armazenamento.

Com a análise conclui-se que ambos os sensores não se diferenciam na eficiência da coleta de dados, como resultado, tem-se segurança para o desenvolvedor na hora de utilizar o sensor MLX90614

para coleta de dados em campo corrobora com o trabalho de Galante e Garcia (2014), no que se refere à temperatura da face adaxial da planta.

Pode-se ressaltar, considerando o fácil acesso, os custos, e a facilidade de desenvolvimento com plataforma embarcada Arduino, a viabilidade da execução e a eficiência do uso do sensor de temperatura infravermelho MLX 90614, afirmando que a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino possui grande viabilidade e atratividade para o usuário.

O resultado mostra-se coerente com o trabalho de Galante & Garcia (2014) que conclui que o produtor rural tem uma oportunidade de adquirir a baixo custo um monitoramento, pois os custos dos sensores são acessíveis, além de uma facilidade de adequação as condições locais, permitindo assim a automação e controle em sua atividade de produção.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos mostram-se satisfatórios, comprovando a eficiência do Sensor MLX 90614 em comparação com termômetro digital infravermelho, demonstrando ser uma alternativa a coleta de dados de temperatura foliar frente aos termômetros infravermelhos comerciais.

Devido a simplicidade de implantação do sensor MLX 90614 para coleta de dados, é possível ter-se uma automação acessível e de baixo custo a qualquer usuário.

REFERÊNCIAS

- Castro, I. L., et al. Análise da Evapotranspiração de Referência por Penman-Monteith de Montes Claros-MG. Inovagri International Meeting 2015, Fortaleza-CE, Brasil 2015.
- Chaves, M. M., Oliveira, M. M. Mechanisms underlying plant resilience to water deficits: prospects for water-saving agriculture. *Journal of experimental Botany* v. 55, n. 407, p. 2365-2384, 2004
- Ferreira, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- Galante, A. C; Garcia, R. F. Sistema de Aquisição de Dados de Sensores de Baixo Custo Baseado no Arduino. Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão- ConBAP 2014, São Pedro - SP, 14 a 17 de setembro de 2014.
- García-Tejero, I.F., et al. Linking canopy temperature and trunk diameter fluctuations with other physiological water status tools for water stress management in citrus orchards. *Functional Plant Biology*, v. 38, p. 106–117, 2011.
- Jones, H.G., et al. Use of infrared thermography for monitoring stomatal closure in the field: application to grapevine. *J. Exp. Bot.* v. 53, p. 2249–2260, 2002.
- Juarez, J.M., et al. Diferenças entre a Temperatura Foliar do Morango e a do Ar em Função do Manejo de Irrigação. Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem – CONIRD 2015, São Cristóvão-SE, 08 a 13 de novembro de 2015.
- Lopes, P. F. A. Sistema de Sensores para Carro de Competição Integrado na Fórmula Student. Universidade Técnica de Lisboa- Instituto Superior Técnico, Lisboa- Portugal, Setembro de 2008.