

## **DISPOSITIVO MICROCONTROLADO PARA REGISTRO DE VARIÁVEIS AMBIENTAIS E DETERMINAÇÃO DE ÍNDICE DE CONFORTO TÉRMICO ANIMAL**

**RODES ANGELO BATISTA DA SILVA<sup>1</sup>, HÉLITON PANDORFI<sup>2</sup>, GLAUCO ESTÁCIO GONÇALVES<sup>3</sup>, VICTOR WANDERLEY COSTA DE MEDEIROS<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>PPG em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE, FONE: (81) 995198500, rodesangel@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Prof. Associado, Departamento de Engenharia Agrícola (DEAGRI), UFRPE, Recife, PE

<sup>3</sup>Professor Adjunto, Departamento de Informática e Estatística (DEINFO), UFRPE, Recife, PE

<sup>4</sup>Professor Adjunto, Departamento de Informática e Estatística (DEINFO), UFRPE, Recife, PE

Apresentado no  
XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** A caracterização do ambiente térmico por meio do registro de elementos meteorológicos e determinação do índice de conforto é necessário à mensuração das condições físicas de alojamento dos animais. Nesse contexto, objetivou-se desenvolver um dispositivo microcontrolado para o registro de variáveis ambientais e determinação do índice de temperatura de globo e umidade. O equipamento foi equipado com sensores que permitiram o registro da temperatura do ar ( $T_{bs}$ , °C), umidade relativa do ar (UR, %) e temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ , °C). Sua montagem contou com uma placa Wemos D1 mini, sensores DHT22, uma esfera oca de policloreto de polivinila (PVC), WeMOS micro SD Card Shield, shield RTC DS1307 e Wemos Mini D1 - Dual Base Shield para junção dos componentes. A linguagem de programação utilizada foi C++ utilizando a IDE ARDUINO e o API de internet das coisas Thingspeak. O dispositivo apresentou relação funcional entre as variáveis que permitiu alcançar coeficiente de determinação de 0,84, 0,75 e 0,84, para  $T_{gn}$ ,  $T_{bs}$  e UR, respectivamente, quando comparado a um datalogger comercial, além do correto armazenamento dos dados conforme rotinas implementadas. O custo para montagem do equipamento foi de 10% do valor de aquisição de um equipamento com características similares no mercado.

**PALAVRAS-CHAVE:** automação, conforto térmico animal, microeletrônica

### **DEVELOPMENT OF A MICROCONTROL DEVICE FOR THE REGISTRY OF CLIMATOLOGICAL VARIABLES AND ANIMAL THERMAL COMFORT INDEX**

**ABSTRACT:** In this context, some variables such as ITU are necessary to measure this condition based on climatic measures. The objective of this study was to develop a microcontrolled device to estimate thermal comfort and to record the meteorological variables (relative humidity, air temperature and black globe temperature). We used 5 electronic devices: a Wemos D1 mini, DHT22 sensors, a polyvinyl polyvinyl chloride (PVC) hollow ball, WeMOS micro SD Card Shield, RTC DS1307 shield and Wemos Mini D1 - Dual Base Shield for join the two structures. The programming language used was C ++ using the ARDUINO IDE and the Thingspeak things internet API. The device presented a good correlation for the variables recorded when compared to a commercial datalogger (0.84, 0.75,

0.84) and 90% lower cost than the one and proved to be efficient and correct data storage according to routines implemented.

**KEYWORDS:** automation, thermal comfort, bovine

**INTRODUÇÃO:** Para se obter ótima produtividade dos animais de produção, bem como melhorarias na qualidade do produto final são necessárias condições adequadas de conforto térmico. Neste contexto, o Índice de Temperatura de Globo e Umidade - ITGU (Buffington et al., 1983) foi desenvolvido com ênfase na caracterização do ambiente térmico de alojamento de animais de produção, baseando-se no registro de elementos meteorológicos como a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e a temperatura de globo negro.

O termômetro de globo negro padrão, constitui-se de uma esfera oca de cobre com diâmetro de 150 mm e espessura de 0,5 mm, sendo amplamente utilizado como variável que integra índices de conforto ou como elemento de referência na caracterização do conforto térmico de animais de produção.

Júnior et al. (2015) e Souza et al. (2002) desenvolveram um termômetro de globo negro utilizando materiais alternativos e dispositivos eletrônicos para registro, armazenamentos e transferência dos dados. Devido à importância do ambiente na produção animal e, portanto, do controle ambiental adequado, Silva et al. (2016) construíram um sistema de monitoramento e controle de variáveis meteorológicas, temperatura e umidade relativa do ar, de baixo custo, associado a um sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE).

Dessa forma, objetivou-se desenvolver um dispositivo microcontrolado para o registro de variáveis ambientais e determinação do índice de temperatura de globo e umidade.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para o registro, processamento e armazenamento das medidas das variáveis ambientais, foram utilizados 5 componentes eletrônicos para montagem do equipamento. O componente principal, responsável por todo o gerenciamento dos dados, foi uma placa Wemos D1 mini (Figura 1A). Esta placa apresentava tamanho compacto com WiFi embutido, utilizando o chip ESP8266.

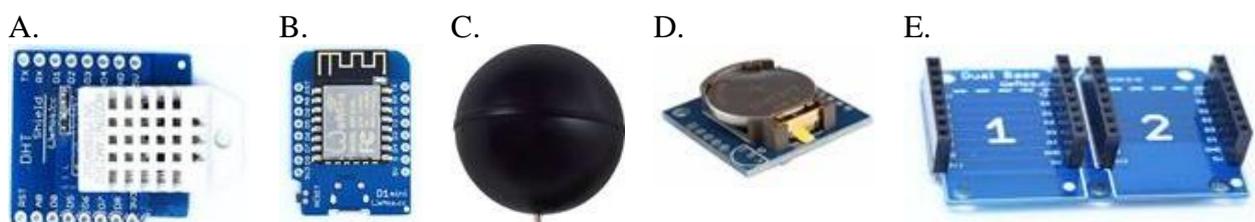


Figura 1. Placa de desenvolvimento WeMos D1 Mini (A), Shield DHT 22 (B), Esfera oca de policloreto de polivinila (PVC) (C), shield RTC (D) e Wemos Mini D1 - Dual Base Shield - Esp8266 – IoT (E)

Para o registro da temperatura de globo negro o sensor foi inserido até o centro geométrico de uma esfera oca de policloreto de polivinila (PVC), pintada de preto fosco, com um diâmetro de 36 mm e espessura de 0,5 mm (Figura 1C). Para o registro da umidade do ar e temperatura foi utilizado sensor DHT22 que é formado por um sensor de umidade capacitivo e um termistor NTC, com resolução de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (máximo:  $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ) e escala de registro de  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $80^{\circ}\text{C}$  (AOSONG, 2015).

As medidas de temperatura de globo negro foram armazenadas em um WeMOS micro SD Card Shield compatível com cartão de memória mini SD. Foi utilizado para alimentação o

Shield carregador de Bateria – Wemos mini. Com este Shield o Wemos D1 Mini funciona de forma independente e sem fio, utilizando uma bateria para alimentação.

Para programar a data e hora atuais foi utilizado shield RTC DS1307. Este Real Time Clock é um relógio de tempo real com calendário completo, que fornece informações como segundo, minutos, dia, data, mês e ano. Em sua placa há um circuito que detecta falhas de energia, com acionamento automático da bateria para evitar perda de dados.

Foram desenvolvidos dois códigos em linguagem C++ para o armazenamento dos dados utilizando a IDE ARDUINO e o API de internet das coisas Thingspeak. Ambos de código aberto. No código desenvolvido foi empregado a equação do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (Buffington et al., 1983).

O equipamento utilizado para validação foi um *datalogger* comercial modelo HOBO U12-012. O termo higrômetro é um registrador de dados utilizado para avaliar o conforto ambiental em diversos tipos de ambientes.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** O processo de montagem do hardware foi realizado de acordo com as especificações dos materiais utilizados (datasheet) e suas medidas. O desenvolvimento não apresentou dificuldades. Segundo Souza et al. (2002), ao empregar materiais alternativos para confecção de um termômetro de globo negro verificou que este tipo de material apresenta bom coeficiente de correlação comparado ao termômetro padrão, especificamente para análises de conforto térmico utilizando o índice de temperatura de globo e umidade (Figura 2).

O código desenvolvido através das IDEs teve por objetivo armazenar os dados em um cartão micro USB para utilização em locais que não possuam acesso à internet e um outro código foi desenvolvido para locais com acesso via WiFi.



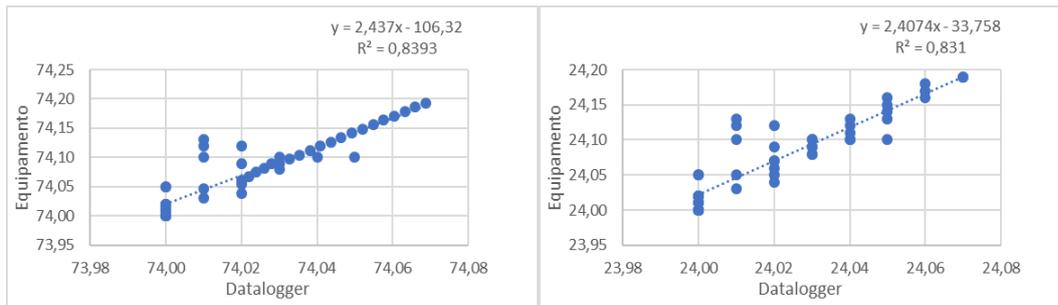
Figura 2. Equipamento montado para o registro da temperatura do ar, temperaturas de globo negro e umidade relativa.

Após a montagem do hardware e desenvolvimento dos códigos para utilização foram realizados testes comparando os dados registrados pelo novo dispositivo com um *datalogger* comercial através do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e verificados valores de 0,84, 0,83 e 0,79 para umidade relativa do ar (A), temperatura do ar (B) e temperatura de globo negro (C), respectivamente (Figura 3).

O custo deste dispositivo foi de R\$ 160,00, um valor 90% menor do que o datalogger comerciais (R\$ 1.800) sendo que estes fornecem apenas valores de temperatura do ar e umidade relativa e o dispositivo microcontrolado permite o registro de um número maior de variáveis.

A.

B.



C.

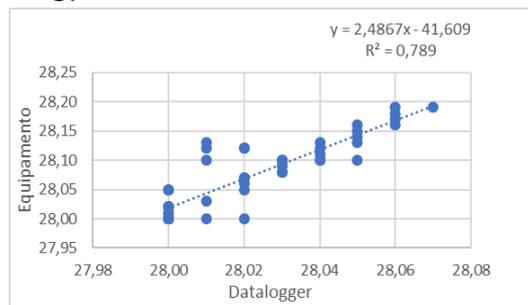


Figura 3. Análise funcional da umidade relativa do ar (A), da temperatura do ar (B) e temperatura de globo negro (C) para o equipamento e o datalogger.

**CONCLUSÕES:** O desenvolvimento do equipamento permitiu o registro das variáveis ambientais e apresentou acurácia aceitável, correto armazenamento dos dados conforme rotinas implementadas, melhor versatilidade e baixo custo de montagem.

## REFERÊNCIAS:

- BEDFORD, T.; WARNER, C. The globe thermometer in studies of heating and ventilation. *Journal of Hygiene, Shaftesbury*. v.34, n.3, p.458-473,1934.
- BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. *Agricultural Engineering, California*, v.36, n.5, p.251-255,1955.
- BUFFINGTON, D.E. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. *Transactions of the A.S.A.E*, v.24, p.711-714, 1981.
- OLIVEIRA JÚNIOR, A. J.; SOUZA, S.R.L.; VICENTIN, T.A.; BARROS, Z.X.; VILLAS BOAS, N.O. Aplicação de novo dispositivo para coleta de temperatura de globo negro.
- PANDORFI, H.; SILVA, I.M.; ALMEIDA, G.L.P.; GUISELINI, C.; HENRIQUE, H.M. Benefícios da climatização automatizada na pré-ordenha de vacas girolando em lactação. *Engenharia Agrícola*, v.31, n.5, 2011.
- SOUZA, C. F. et al. Avaliação de materiais alternativos para confecção do termômetro de globo. *Ciência e Agrotecnologia, Lavras*, v. 26, n. 1, p.157-164, fev. 2002.