

APLICAÇÃO DE NOVO DISPOSITIVO PARA COLETA DE TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO.

Arilson J. Oliveira Júnior¹, Silvia R. L. Souza², Tiago A. Vicentin³, Zacarias X. Barros⁴, Nara O. Villas Boas⁵

¹Mestrando em Energia na Agricultura, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP, arilsonjr@outlook.com.

²Profª Drª, Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

³Doutorando em Irrigação e Drenagem, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

⁴Profª Drª, Engenharia Rural, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

⁵Acadêmica em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, Botucatu-SP.

1 INTRODUÇÃO

A medida de temperatura de globo negro, apesar de não poder ser aplicada como um parâmetro generalista para avaliações de conforto térmico de ambiente, devido às diferentes formas e tamanhos de animais (SILVA et al., 2007), é muito utilizada em análises de conforto térmico de ambientes de animais, devido a sua capacidade de reunir em um único valor as variáveis climatológicas de temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento. O termômetro de globo negro padrão, consiste em uma esfera oca de cobre com um diâmetro de 150mm e espessura de 0,5mm, desenvolvido para medir a temperatura de globo negro com grande precisão. Este termômetro vem sendo aplicado em trabalhos e pesquisas de conforto térmico por vários anos (BEDFORD e WARNER, 1934; BOND e KELLY, 1955), entretanto, o custo dos materiais usados para a criação desse termômetro não são muito acessíveis, além disso, grande parte dos trabalhos de análise de conforto térmico precisam armazenar os dados coletados, sendo necessário um equipamento secundário para o armazenamento (*data loggers*). Com base na pesquisa de Souza et al. (2002), voltada ao desenvolvimento de um termômetro de globo negro utilizando materiais alternativos, um novo dispositivo foi desenvolvido com a utilização de equipamentos capazes de fornecer uma interface simples e unificada dos dispositivos eletrônicos e do meio de comunicação e armazenamentos dos dados.

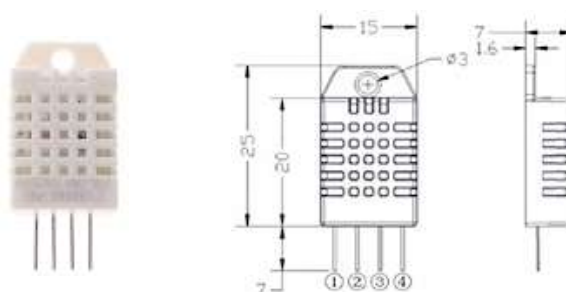
Deste modo, este trabalho teve como objetivo aplicar um novo dispositivo para medição da temperatura de globo negro, visando analisar sua funcionalidade e eficiência em campo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para realizar a leitura, processamento e armazenamento das medidas de temperatura de globo negro, foram utilizados três dispositivos eletrônicos. O componente principal do dispositivo, responsável por todo o gerenciamento dos dados, foi um microcontrolador *Arduino* (ARDUINO, 2015). Este componente eletrônico é baseado numa plataforma de código-aberto de fácil utilização.

O termômetro de globo negro foi criado por meio de um sensor de temperatura e umidade relativa do ar (*DHT22* – Figura 1) de fácil comunicação com o microcontrolador *Arduino*, que consiste em um *Thermistor NTC* para as medições de temperatura do ar e um sensor capacitivo para as medições da umidade relativa do ar. Para as medidas de temperatura do ar, este sensor possui uma resolução de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (máximo: $\pm 1.0^{\circ}\text{C}$) com um alcance de -40°C a 80°C (AOSONG, 2015). Neste tipo de dispositivo as medições de umidade relativa do ar não foram utilizadas.

Figura 1. Sensor de temperatura e umidade relativa do ar – *DHT22* (medidas em milímetros – mm)



O sensor *DHT22* trabalha com uma tensão de 3.3 – 5.5V DC e possui quatro pinos de conexão: 1. VDD, 2. SDA – Transmissão de dado, 3. NC – Nulo e 4. GND. Seu sinal de transmissão pode chegar até 20 metros.

Para a coleta da temperatura de globo negro o sensor *DHT22* foi inserido numa esfera oca de policloreto de polivinila (*PVC*), com um diâmetro de 36mm e espessura de 0,5mm (Figura 2).

Figura 2. Esfera oca de policloreto de polivinila (medida em milímetros – mm)



As medidas de temperatura de globo negro foram armazenadas em um módulo *SD Card* (SD CARD, 2015) compatível com vários tamanhos de cartões de memória (Figura 3). Utilizou-se, para a comunicação entre o módulo e o microcontrolador *Arduino*, as portas: 1.

(+5V), 2. CS, 3. MOSI, 4. SCK, 5. MISO e 6. GND.

Figura 3. Módulo de armazenamento de dados – *SD Card*



O principal componente do dispositivo, utilizado para o processamento dos dados e alimentação do sensor *DHT22* e do *SD Card*, foi o microcontrolador *Arduino Uno* – baseado no *ATmega328P* (ARDUINO PRODUCTS, 2015). Este microcontrolador possui 14 pinos digitais de entrada e saída, 6 entradas analógicas, memória flash de 32KB, velocidade de *Clock* de 16MHz, tensão de operação de 5V e tensão de entrada de 7-12V. (Figura 4 – adaptado de Arduino Products (2015)).

Figura 4. Microcontrolador *Arduino Uno*



A validação do funcionamento do novo dispositivo foi realizada por meio de sua aplicação em uma instalação de cunicultura, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas, UNESP, Botucatu-SP. O dispositivo foi inserido na área central do galpão, a fim de avaliar e demonstrar sua operação sob ambiente real de manejo dos animais e rotinas de manutenção do ambiente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Termômetro de globo negro

O processo de desenvolvimento do termômetro de globo negro, de acordo com as

especificações dos materiais e suas medidas, segundo Souza et al. (2002), não apresentou dificuldades. Visto que a esfera oca de policloreto de polivinila, com 36mm de diâmetro, é um equipamento esportivo (bola de “Ping-Pong”) bastante acessível e de baixo custo.

Ainda segundo Souza et al. (2002), o emprego deste tipo de material como meio de coleta de medidas de temperatura de globo negro, apresenta bom coeficiente de correlação com o termômetro padrão, especificamente para análises de conforto térmico utilizando o índice de temperatura de globo negro e umidade – ITGU (BUFFINGTON, 1981).

3.2 Aplicação do novo dispositivo em instalação de cunicultura

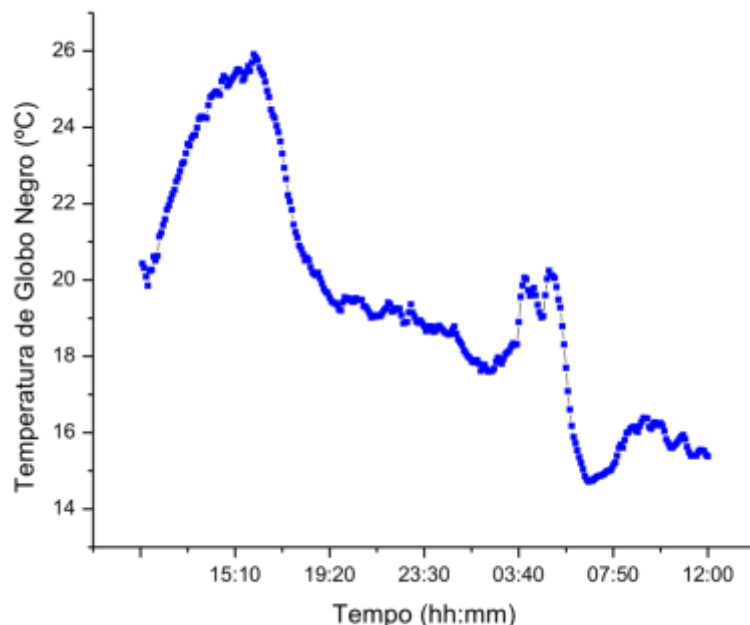
Conforme ilustra a Figura 5, o novo dispositivo foi instalado em um galpão de cunicultura, disposto no perímetro central do ambiente a 70cm de altura em relação às gaiolas.

Figura 5. Novo dispositivo para medição da temperatura de globo negro em instalação de cunicultura



Os dados foram coletados durante um período de 25 horas, entre 11h00 do dia 26/08/2015 e 12h00 do dia 27/08/2015. As medições foram realizadas em intervalos de cinco segundos, sendo armazenadas as médias de dados de um intervalo de cinco minutos (Figura 6).

Figura 6. Medidas da temperatura de globo negro em intervalos de cinco minutos, durante 25 horas



O novo dispositivo demonstrou ser eficiente sob operação em campo, especificamente por seu modo compacto, de fácil manuseio e instalação em locais pequenos, e por sua praticidade quanto à ligação do equipamento, que requer somente uma fonte de alimentação de 9V. Outro aspecto importante do novo dispositivo são os componentes eletrônicos utilizados para a medição, processamento e armazenamento dos dados, pois, devido à compatibilidade e facilidade de conexão entre o sensor *DHT22*, o módulo *SD Card* e o microcontrolador padrão *Arduino*, a manutenção dos componentes e a implementação do algoritmo das rotinas para processamento e armazenamento dos dados, não foram procedimentos complexos.

Além da facilidade de manipulação dos componentes e da codificação das rotinas lógicas de processamento, o microcontrolador padrão *Arduino* possibilita a expansão do sistema computacional empregando outras tecnologias de armazenamento, gerenciamento e transmissão de dados, como por exemplo, armazenamento em sistemas remotos de arquitetura distribuída e transferência a dispositivos móveis utilizando aplicativos especializados para tratamento das informações.

4 CONCLUSÕES

O novo dispositivo para medição da temperatura de globo negro demonstrou ser eficiente em campo, não havendo interrupções na operação do sistema e correto armazenamento dos dados conforme rotinas implementadas.

5 REFERÊNCIAS

ARDUINO. What is Arduino. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

ARDUINO PRODUCTS. Arduino/Genuino UNO. Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 25 ago. 2015.

AOSONG. AM2302 (DHT22). Disponível em: <<http://www.aosong.com/en/products/details.asp?id=117>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

BEDFORD, T.; WARNER, C. The globe thermometer in studies of heating and ventilation. *Journal of Hygiene, Shaftesbury*. v.34, n.3, p.458-473, Mar. 1934.

BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. *Agricultural Engineering, California*, v.36, n.5, p.251-255, Apr. 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.

SD CARD. SD Library. Disponível em: <<http://arduino.cc/en/Reference/SD>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

SILVA, Roberto Gomes da et al. Evaluation of thermal stress indexes for dairy cows in tropical regions. *Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa*, v. 36, n. 4, p.1192-1198, 2007.

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.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro e à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP, Botucatu-SP, pela área de pesquisa disponibilizada.