

DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO “INTERNET OF THINGS” PARA MEDIÇÃO DE VARIÁVEIS CLIMÁTICAS E CÁLCULO DE ÍNDICES BIOCLIMÁTICOS

**BRENDO JÚNIOR PEREIRA FARIAS¹, RAIMUNDO CALIXTO RODRIGUES
MARTINS², DERMEVAL ARAÚJO FURTADO³, YANKA BEATRIZ GONÇALVES
BATISTA⁴, NEILA LIDIANY RIBEIRO⁵, AIRTON GONÇALVES DE OLIVEIRA⁶**

¹ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Email: brendojr88@gmail.com

² Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Email: calixto@cca.uema.br

³ Doutor em Zootecnia, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), E-mail: araujodermeval@gmail.com

⁴ Mestre em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Email: yankabeatriz7@gmail.com

⁵ Doutora em Zootecnia, Pesquisadora bolsista de Pós-doutorado (UFCG), E-mail: neilalr@hotmail.com

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), E-mail: airtonufcg1454@gmail.com

Apresentado no
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

RESUMO: Objetivou-se com essa pesquisa criar um equipamento embarcado baseado na tecnologia Internet of Things (IoT) que pudesse medir a temperatura do ar, umidade do ar, pressão e altitude por meio de um único sensor. Utilizando esses dados, o equipamento é capaz de calcular índices como Temperatura de Globo Negro (TGN), Índice de temperatura e umidade (ITU) e Índice de temperatura, Globo e umidade (ITGU). Esse equipamento é compacto, com apenas 6 centímetros, e possui conectividade Wi-Fi, o que o torna um dispositivo IoT. Isso permite o envio dos dados para um servidor web, onde o produtor ou qualquer usuário com acesso pode visualizar em tempo real as condições de conforto térmico dos animais. Essa visualização pode ser feita de forma conveniente em desktops, notebooks ou smartphones, de qualquer lugar do mundo. Dessa forma, o equipamento IoT auxilia o produtor nas tomadas de decisões, evitando perdas de produtividade, problemas de saúde e garantindo a qualidade do produto, ao prevenir possíveis estresses térmicos causados aos animais.

PALAVRAS-CHAVE: Animais, bem-estar, bioclimatologia, embarcado.

DEVELOPMENT OF AN "INTERNET OF THINGS" DEVICE FOR MEASURING CLIMATE VARIABLES AND CALCULATING BIOCLIMATIC ÍNDICES

ABSTRACT: The aim of this research was to create an embedded device based on Internet of Things (IoT) technology that could measure air temperature, humidity, pressure and altitude using a single sensor. Using this data, the device is able to calculate indices such as Black Globe Temperature (BGT), Temperature and Humidity Index (THI) and Temperature, Globe and Humidity Index (TGHI). The device is compact at just 6 centimetres and has Wi-Fi connectivity, making it an IoT device. This allows the data to be sent to a web server, where the farmer or any user with access can visualise the animals' thermal comfort conditions in real time. This visualisation can be done conveniently on desktops, notebooks or smartphones, from anywhere in the world. In this way, the IoT equipment helps the producer make decisions, avoiding productivity losses, health problems and guaranteeing product quality by preventing possible thermal stress caused to the animals.

KEYWORDS: Animals, welfare, bioclimatology, embedded.

INTRODUÇÃO: O clima desempenha um papel fundamental na produção animal, pois as condições climáticas afetam diretamente o bem-estar e o desempenho dos animais. Temperaturas extremas, sejam altas ou baixas, podem causar estresse térmico nos animais, resultando em redução da produção e crescimento, bem como aumento da susceptibilidade a doenças (LINS, 2020). O amplo desenvolvimento da tecnologia agrícola levou a novas demandas, trazendo consigo a transformação digital para a agricultura. Tecnologias de ponta começaram a ser desenvolvidas e utilizadas, levando ao surgimento da agricultura digital e trazendo mais uma fase tecnológica para o setor agrícola: agricultura e pecuária 4.0 (MAGALHÃES, 2022). A era 4.0 começou em 2010 e é marcada por um plano de gestão que processa e analisa dados de toda a cadeia de produção usando equipamentos e dispositivos. Isso possibilita aumentar a qualidade, produtividade e reduzir o uso de matérias-primas, tornando o setor agrícola mais sustentável, lucrativo e facilitando a tomada de decisões para os produtores (MAGALHÃES, 2022). Diante disso, o desenvolvimento de equipamentos IoT possibilita o monitoramento contínuo das condições ambientais, como temperatura, umidade e outros parâmetros relevantes para o conforto e bem-estar animal. Esse monitoramento em tempo real fornece informações precisas e atualizadas sobre as condições ambientais, permitindo que os produtores identifiquem rapidamente quaisquer desvios ou problemas que possam afetar a saúde e o desempenho dos animais. Estudos envolvendo bioclimatologia e equipamentos embarcados usando tecnologia IoT ainda são escassos. Nesse contexto, o desenvolvimento de pesquisas envolvendo a criação de equipamentos desse tipo é necessário, uma vez que o produtor poderá tomar decisões assertivas quando tiver todos os dados climáticos e bioclimáticos na palma da mão via aplicativo e software.

O objetivo desta pesquisa foi criar um dispositivo embarcado baseado em Internet das Coisas (IoT) que pudesse medir temperatura do ar, umidade, pressão e altitude usando um único sensor.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho utilizou equipamentos eletrônicos como microcontroladores embarcados, sensores e software para criar todo o sistema de medição de índices climáticos e índices de conforto térmico. O equipamento principal consistia em dois dispositivos: um microcontrolador Esp8266 NodeMCU e um sensor BME280. A placa Esp8266 possui conectividade WiFi, assim foi possível enviar os dados para o WebServer Thingspeak e armazená-los. Todo o dispositivo foi conectado através de uma placa de circuito impresso, esta foi feita na plataforma EasyEDA e confeccionada por fabricantes específicos para impressão de placas. Os materiais utilizados no equipamento foram: 1x Esp8266 (NodeMCU), 1x BME280 e 1x fonte de alimentação 5V. Para maior precisão, as variáveis foram medidas a cada 1 minuto e armazenadas. A cada 10 minutos, foram feitas as médias das variáveis armazenadas e o cálculo das seguintes equações:

Temperatura média do ar $AAT = AT_{total} / \text{numbertotal}$;

UR média = $UR_{total} / \text{numbertotal}$;

hp = $AUR / 100$;

Temperatura do globo negro $BGT = (20,41 + (0,544 * AAT) - (0,0901 * hp))$;

Temperatura de ponto de orvalho $DPT = (AAT - ((100 - hp) / 5))$;

Índice de temperatura e umidade $THI = (((AAT) + 0,36 * (DPT)) + 41,5)$;

Índice de temperatura e umidade do globo negro $BGTHI = ((BGT + 273) + (0,36 * (DPT + 273))) - 330,08$;

De acordo com THOM (1959), estes são os índices mais apropriados para medir o conforto térmico animal. Para validar os valores obtidos do equipamento, foram feitas amostras em uma sala fechada e os resultados foram comparados com os valores calculados manualmente usando uma calculadora.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O código foi projetado para que o sensor BME280 pudesse medir variáveis como temperatura do ar, umidade, pressão atmosférica e altitude. Utilizando essas variáveis, o equipamento calcularia índices de conforto térmico, como THI, BGTHI, entre outros, com base em equações citadas na literatura, e os enviaria. Os valores obtidos pelo equipamento e aqueles calculados manualmente foram idênticos. É importante enfatizar que todo o processo é realizado pelo equipamento sem a necessidade de interação do usuário. Isso é muito importante, pois dessa forma podemos ter informações precisas sobre o ambiente, uma vez que grande parte da pesquisa e informação sobre os efeitos do ambiente térmico tem sido relacionada a mecanismos fisiológicos de termorregulação, embora vários índices tenham sido propostos para especificar ambientes ótimos para produção e conforto animal (THOM, 1959; BUFFINGTON et al., 1981; BAETA et al., 1987; MORAN et al., 2001; GAUGHAN et al., 2002) O microcontrolador foi programado em C++ na IDE Arduino. Thingspeak é um site onde você pode usar sua API para enviar dados do equipamento para o site em tempo real, para que você possa monitorar os dados enviados em gráficos e armazená-los em arquivos .CSV. Na figura 1 abaixo, podemos ver 4 gráficos de linha, onde podemos monitorar dados sobre temperatura do ar, umidade do ar, índice de temperatura e umidade e índice de temperatura e umidade do globo. Esse processo é então repetido enquanto houver conexão com a rede Wi-Fi. O THI é usado para especificar o ambiente térmico do animal e está associado a problemas de produção e desenvolvimento. Com este equipamento, podemos ajustar o ambiente do animal instantaneamente, sem perder produção ou comprometer o desenvolvimento do animal. O BGTHI leva em consideração a radiação à qual o animal é submetido, o que é extremamente importante para animais criados em ambientes abertos. A temperatura indicada pelo globo negro na verdade reflete a ação específica da radiação e da velocidade do vento.



Figura 1. Painéis do Thingspeak. Fonte: Autor

Em geral, os animais domésticos são classificados da seguinte forma: valores de THI abaixo de 70 indicam condições normais, ou seja, não estressantes; entre 71 e 78 é considerado crítico; entre 79 e 83 indica perigo; e acima de 83 determina um estado de emergência (HAHN, 1985). Dessa forma, a relação entre animal e ambiente deve ser levada em conta quando o objetivo é maximizar a pecuária, uma vez que as variáveis climáticas atuam diretamente nas respostas comportamentais e fisiológicas desses animais, e são extremamente importantes na adaptação do sistema de produção ao buscar sucesso na atividade. Para relacionar os valores de BGTHI ao conforto do animal, utilizamos a seguinte relação, que foi definida em 1976 pelo Serviço Meteorológico Nacional dos EUA, após treze anos de estudos: valores de BGTHI de até 74

definem uma situação de conforto para o gado; de 74 a 78, uma situação de alerta; de 79 a 84, uma situação de perigo, e acima de 84, uma emergência (BAÊTA, 1987). Para o desenvolvimento do equipamento, foram investidos US\$ 5,00 dólares com todas as peças importadas, enquanto com peças compradas no Brasil o custo seria de US\$ 22,00 dólares.

CONCLUSÕES: Comparado aos métodos manuais de determinação desses índices, este trabalho demonstrou ser eficiente, monitorando o ambiente dos animais em tempo real, com precisão e quase instantaneamente, possibilitando que produtores em qualquer lugar do mundo monitorem suas instalações na palma da mão, via smartphone ou desktop, e tomem a decisão correta para que os animais não sofram estresse indesejado e sua produção não seja afetada. Tudo isso utilizando equipamentos de baixo custo e fáceis de usar. Isso mostra a importância da automação na agricultura, na pecuária e em trazer equipamentos de última geração para os agricultores, a fim de impulsionar sua produção e economizar tempo automatizando processos em suas propriedades.

AGRADECIMENTOS: À Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, e à Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, pelo apoio.

REFERÊNCIAS:

Thom, E.C., 1958. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs.**, 55, 65-72.

Moran, D.S., Pandolf, K.B., Shapiro, Y., Heled, Y., Shani, Y., Matthew, W.T., & Gonzalez, R.R., 2001. Na environmental stress index (ESI) as a substitute for the wet bulb globe temperature (WBGT). **J. Thermal. Biol.**, 26, 427-431.

MAGALHÃES, A. F. dos S., FONSECA, D. de C. M. da, e VIDAL, A. M. C. **Tecnologias da zootecnia de precisão aplicadas à bovinocultura de leite. O papel da zootecnia no cenário mundial.** Tradução. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/9786587023229>.

Lins, Lillian Brito. **Ovinocultura: bem-estar e seu impacto na produção animal.** 2020. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) - Departamento de Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2020.

Hahn, G.L., 1985. Compensatory performance in livestock: influence on environmental criteria. In: Yousef, M.K. (ed.). **Stress physiology in livestock.**

Buffington, D.E., Colazzo-Arocho, A., Canton, G.H., Pitt, D., Thatcher, W.W., e Collier, R.J. 1981. Black globe-humidity index (BGHI) as a comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, 24, 711-714

Baeta, F.C., Meador, N.F., Shanklin, M.D., e Johnson, H.D., 1987. Equivalent temperature index at temperatures above the thermoneutral for lactating cows. In: **Meeting of the American Society of Agricultural Engineers**, Baltimore, MD, June 28 July1. Paper n°87-4015, ASAE, 1987.

Gaughan, A.P., Coopy, J., e Spark, J., 2002. **Excessive heat load index for feedlot cattle.** Meat and Livestock-Australia Project Report, FLOT, 316. MLA Ltd, Sydney, NSW