

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO DE BAIXO CUSTO PARA AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DOS ANIMAIS DE PRODUÇÃO

Marcos Vinícius Amato da Cruz^{1*}, Iran José Oliveira da Silva, Sérgio Luís de Castro Júnior¹, Glauber da Rocha Balthazar¹

¹ Pesquisadores do Núcleo de Pesquisa em Ambiência (NUPEA – ESALQ/USP), Piracicaba, SP. Autor correspondente: marcos.vinicius.agro@usp.br

RESUMO: Em países de clima quente como o Brasil o ambiente de criação deve ter um monitoramento adequado para obter as condições térmicas ideais pelo fato de que o estresse térmico ser um dos principais problemas para o bem-estar dos animais de produção e o desempenho zootécnico. Baseado nessa necessidade este trabalho apresenta o resultado de uma das fases da pesquisa sobre automação e inteligência na ambiência animal realizado no NUPEA/USP com o objetivo de apresentar os resultados de uma das fases da pesquisa que é o desenvolvimento de um dispositivo eletrônico para diagnóstico da condição de conforto térmico dos animais de produção em seus ambientes de criação. O estudo foi realizado através de cálculos de entalpia específica do ar, utilizando a temperatura ambiente e a umidade, nível de estresse térmico e um diagnóstico como saída. Os resultados são promissores indicando alta fidelidade em relação a dispositivos comerciais, monitoramento em tempo real e menor custo de produção.

PALAVRAS-CHAVE: estresse térmico, ambiência, conforto térmico, entalpia

ABSTRACT: In countries with hot climates such as Brazil, the breeding environment must be adequately monitored to obtain the ideal thermal conditions because thermal stress is one of the main problems for the well-being of farm animals and zotechnical performance. Based on this need, this work presents the result of one of the phases of the research on automation and intelligence in the animal environment carried out at NUPEA / USP with the objective of presenting the results of one of the phases of the research which is the development of an electronic device for diagnosis of condition of thermal comfort of farm animals in their breeding environments. The study was carried out through calculations of specific air enthalpy, using room temperature and humidity, level of thermal stress and a diagnosis as an output. The results are promising, indicating high fidelity in relation to commercial devices, real-time monitoring, and lower production costs.

KEYWORDS: thermal stress, ambience, thermal comfort, enthalpy

INTRODUÇÃO: A utilização da temperatura do ar como medida do conforto térmico dos animais é uma prática recorrente na produção animal. Entretanto, o ar é caracterizado por um conjunto de elementos de relações complexas devendo ser compreendido pela interação dos fatores físicos que o modificam. Esta interação é que descreve como são favorecidas as trocas térmicas entre animais e meio (Aziz et al. 2016).

Neste contexto, a psicrometria surge como uma ciência que estuda os processos e modificações do ar úmido a partir de suas propriedades físicas. Um exemplo é a entalpia que vem ganhando destaque enquanto um indicador do conforto térmico de humanos e animais de produção, pois considera a quantidade de calor presente em uma unidade de massa de ar (Britto, 2010) possibilitando a combinação de um conjunto de variáveis ambientais como a temperatura do ar, umidade relativa e a pressão atmosférica local para determinar o conforto térmico do animal de produção (Chu e Jong, 2008; Rodrigues et al. Heidari et al., 2016; Heidari et al., 2018).

Para obter os valores destas variáveis o produtor precisa adquirir equipamentos que realizem as medições das variáveis ambientais que possam alimentar as equações dos indicadores de conforto térmico. Estes aparelhos são denominados DataLoggers e são caracterizados como

dispositivos eletrônicos capazes de registrar dados ao longo do tempo a partir de dados coletados de sensores embarcados em sua plataforma. Contudo boa parte destes aparelhos apresentam algumas deficiências para atuação na produção animal por não terem a capacidade de realizar a determinação do conforto térmico do animal baseado em algum índice como a entalpia, por exemplo. Além disso, estes aparelhos possuem um custo de aquisição elevado por serem importados o que as vezes inviabiliza a sua aquisição pelo produtor rural além do fato dele não saber realizar a determinação do conforto térmico por desconhecer as equações.

Por fim, no âmbito de oferecer ao produtor um maior número de informações sobre o microclima das instalações rurais de forma a determinar o conforto térmico do animal em produção, o objetivo deste trabalho foi desenvolver um sensor de baixo custo em relação aos DataLoggers comerciais para avaliar o nível de estresse térmico dos animais de produção, utilizando como método a entalpia específica e as relações psicrométricas do ar.

MATERIAL E MÉTODOS: Este trabalho faz parte de uma pesquisa sobre automação e inteligência na ambiência animal sendo desenvolvido nas dependências do Núcleo de pesquisa em ambiência (NUPEA), localizado no departamento de engenharia de biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP) em Piracicaba, SP. Esta pesquisa envolve o desenvolvimento de equipamentos eletrônicos de monitoramento ambiental, métodos de determinação de conforto térmico e utilização de aplicativos móveis como interface de interação.

Desta forma esta pesquisa foi orientada em três fases de criação (Figura 1), sendo elas: **Fase 1 (entrada dos dados):** nesta fase ocorreu o desenvolvimento do dispositivo que teve a capacidade de coletar dados ambientais como temperatura do bulbo seco, umidade relativa e pressão atmosférica e também de um aplicativo para a plataforma móvel Android para configuração do sistema produtivo que seria analisado (tipo do animal e sua fase de criação); **Fase 2 (algoritimização do modelo matemático):** construção de um algoritmo em linguagem de programação para realização da equação de determinação do conforto térmico do animal de produção utilizando-se para tanto a entalpia a partir dos dados coletados na fase1; e **Fase 3 (interfaceamento homem-máquina):** determinação do conforto térmico do animal através de um aplicativo móvel na plataforma Android que permite ao produtor compreender em tempo real a situação do animal no sistema produtivo.



Figura 1. Diagrama de processamento para o diagnóstico do conforto térmico

O foco deste artigo está no desenvolvimento do sensor eletrônico de monitoramento (Fase 1) desta pesquisa. Desta forma foi desenvolvido o dispositivo eletrônico (denominado S1) sendo utilizado como metodologia de entrada dados manuais e automáticos. Os dados manuais são inseridos pelo produtor rural fazendo referência ao sistema produtivo enquanto o S1 é responsável por coletar os dados automáticos fornecidos pelos sensores de temperatura de bulbo seco (Tbs), a umidade relativa (UR) e a pressão atmosférica local. A partir dos dados inseridos foi realizado o cálculo de entalpia específica do ar, e assim, foi possível obter como saída a condição de estresse

térmico dos animais naquela propriedade. Para a realização do cálculo foi desenvolvido um dispositivo na plataforma Arduino® com um sensor DHT11 (termohigrômetro) para captar Tbs e UR, display LCD para visualização física, potenciômetro para controle de luminosidade, módulo RTC DS231 (relógio) e módulo cartão SD mini para gravação dos dados. (Figura 2).

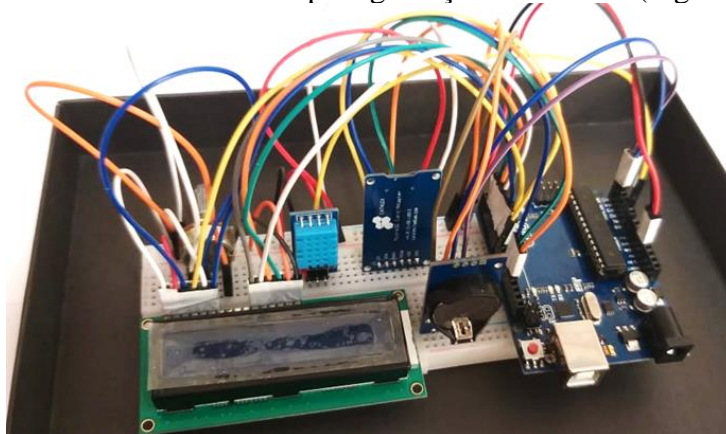


Figura 2. Sensor s1 para medição do nível de estresse térmico de animais de produção

A calibração do sensor DHT11 foi feita através da comparação com a leitura de um datalogger Hobo U12-012 com validações em 24 horas de avaliação com 5 minutos de intervalo entre as medições e assim, determinar as curvas de ajuste e análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O resultado obtido com o dispositivo teve sucesso quando comparado aos dados da literatura e curvas de calibração (Figura 3).

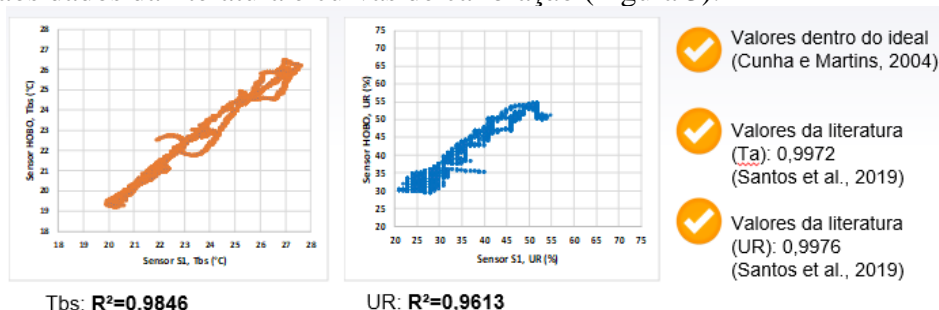


Figura 3. Gráficos de dispersão para S1: temperatura de bulbo seco e umidade relativa

O custo de desenvolvimento do dispositivo ficou em R\$ 153,50 o que foi considerado um valor em média 86% inferior ao dispositivo comercial usado na calibração (datalogger Hobo U12-012 de valor comercial R\$1092,00). Levando em consideração que o dispositivo comercial não analisa os dados, somente armazena e que o dispositivo S1 armazena, analisa e dá uma resposta sobre o nível de estresse térmico dos animais, conclui-se uma eficácia com um custo menor.

Posteriormente a Fase 1 do trabalho, foi realizado a implantação de um módulo Wi-fi para comunicação em nuvem em tempo real e o desenvolvimento de um aplicativo para monitoramento da propriedade e condição térmica dos animais em tempo real (Figura 4). Este aplicativo permitia a configuração do sistema produtivo e partir destes dados obtinha as variáveis ambientais coletadas pelo sensor S1 através da nuvem e exibia para o produtor a situação do conforto térmico do animal baseando-se na entalpia específica. O algoritmo modelado da entalpia permitiu apresentar a situação do animal em três modos: Em Conforto (entalpia apresentava resultado satisfatório em relação ao animal); Em Alerta (entalpia apresentava ligeira variação acima ou abaixo do indicador de conforto ideal) e Emergencial (a variação era excessivamente discrepante do valor esperado). Isso permitiu compreender em tempo real as condições ambientais e seu

impacto no conforto térmico do animal podendo facilitar a tomada de decisões que possam favorecer a ambiência e minimizando perdas produtivas.



Figura 4. Aplicativo móvel desenvolvido (Animalcomfort)

CONCLUSÕES: O dispositivo apresentou resultados satisfatórios e possui grande potencial de aplicação, auxiliando os produtores rurais na tomada de decisões para promover o conforto térmico dos animais. E tendo como três vantagens principais: o dispositivo considerar várias espécies e fases de reprodução; o estresse por calor poder ser monitorado em tempo real e fora da fazenda; ser uma alternativa eficaz e de baixo custo.

AGRADECIMENTOS: Ao Programa Unificado de Bolsas de estudos para estudantes de graduação (PUB) e Capes pelo apoio ao projeto e ao CNPq pela bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

- AZIZ, Z.; VARMA, G. G.; RAJI, K.; GLEEJA, V. L, 2016. Influence of temperature humidity index on the physiological parameters and growth rate of crossbred cattle calves. *International Journal of Applied and Pure Science and Agriculture*, 2, 187-190.
- BRITTO, J. F. B, 2010. Considerações sobre psicrometria. *Revista SBCCv*. 45, 35-41.
- CHU C. M.; JONG T. L, 2008. Enthalpy estimation for thermal comfort and energy saving in air conditioning system. *Energy Conversion and Management*, 49, 1620-1628. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2007.12.012>
- HEIDARI, H.; GOLBABAIEI, F.; SHAMSIPOUR, A.; RAHIMI FORUSHANI, A.; GAEINI, A., 2016. Determination of air enthalpy based on meteorological data as an indicator for heat stress assessment in occupational outdoor environments, a field study in Iran. *Journal of Research in Health Sciences*, 16, 133-140.
- HEIDARI, H.; RAHIMIFARD, H.; MOHAMMADBEIGI, A.; GOLBABAIEI, F.; SAHRANAVARD, R.; SHOKRI, Z., 2018. Validation of air enthalpy in evaluation of heat stress using wet bulb globe temperature (WBGT) and body core temperature: A case study in a hot and dry climate. *Health and Safety at Work*, 8, 81-92.
- RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T., 2011. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. *International Journal of Biometeorology*, 55, 455-459. <https://doi.org/10.1007/s00484-010-0344-y>