



## DESENVOLVIMENTO DE SENSORES PARA MONITORAMENTO DE AMBIENTE AVIÁRIO COM ÊNFASE EM CONTROLE TÉRMICO

M. E. de Oliveira<sup>1\*</sup>, R. L. Z. de Oliveira<sup>1</sup>, M. F. L. Z. de Souza<sup>2</sup>,  
E. S. Harada<sup>3</sup>, A. R. B. Tech<sup>2</sup>

<sup>1</sup>USP – Universidade São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil

<sup>2</sup>USP – Universidade São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Pirassununga, SP, Brasil

<sup>3</sup>UNESP, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Dracena, SP, Brasil

Article history: Received 18 May 2018; Received in revised form 27 July 2018; Accepted 07 August 2018; Available online 30 September 2018.

### RESUMO

Dentre os diversos setores produtivos de carne, o setor avícola vem ganhando espaço e se encontra em crescente evolução. Na última década, a preocupação com o conforto animal começou a ganhar peso e vem crescendo notoriamente, principalmente em relação às respostas fisiológicas como indicadoras da condição de conforto animal. Em 2016, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial de proteína animal de frango, com 12,900 milhões de toneladas, sendo também o maior exportador com 4,304 milhões de toneladas de carne de frango. Assim, o objetivo do trabalho foi testar um sistema de comunicação sem fio com sensores de temperatura e umidade embarcados em um aviário experimental, localizado no *campus* Fernando Costa, em Pirassununga/SP, sendo os dados coletados por meio dos sensores e os valores armazenados em um banco de dados MySQL, voltado para o controle térmico do ambiente aviário, tendo em vista a importância do impacto ambiental na produtividade e bem-estar de frangos de corte. Os resultados permitem concluir que o sistema de sensores desenvolvido foi capaz de medir a temperatura e umidade interna, bem como de armazenar os dados coletados na nuvem.

**Palavras-chave:** e-Science, produção aviária, sensores, conforto térmico.

### DEVELOPMENT OF SENSORS FOR MONITORING THE AVIAN ENVIRONMENT WITH EMPHASIS IN THERMAL CONTROL

#### ABSTRACT

Among the productive sectors of meat, the poultry sector has been gaining space and growing. The last decade, a problem with the pet began to gain weight and to grow growing notably, mainly in physiological animals as indicators of the animal comfort condition. In 2016, Brazil was the world's second largest producer of chicken protein, with 12.9 billion tons, and also the largest exporter with 4.304 million tons of chicken meat. Thus, the work was done to evaluate a wireless communication system with temperature sensors and risks boarded in an experimental aviary located at the Fernando Costa campus in Pirassununga / SP, while the

---

\* [meoli@usp.br](mailto:meoli@usp.br)

Trabalho apresentado no 3º Seminário de Construção Rural e Ambiência Aplicados à Produção Animal, 2018.

data was filtered by the database MySQL. Aimed at the thermal control of the aviary environment, considering the importance of the environmental impact on the productivity and welfare of the broiler chicken. The results were as follows: the developed sensor system was able to measure the internal temperature, the average processing time of data collected in the cloud.

**Keywords:** e-Science, poultry production, sensors, thermal comfort.

## INTRODUÇÃO

Em 2017, em seu relatório anual, a ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal) (ABPA 2017), apontou que, em 2016, o Brasil foi o segundo maior produtor mundial de proteína animal de frango, com 12,900 milhões de toneladas, sendo também o maior exportador com 4,304 milhões de toneladas de carne de frango.

Diante de um cenário tão propício, faz-se necessário um sistema de criação condizente à produção eficiente, sem deixar de lado os parâmetros de bem-estar animal. Hellmeister Filho et al. (2003) declararam que, em um sistema de criação, o bem-estar e a saúde do animal devem ser considerados como critérios principais, pois a produtividade depende diretamente desses fatores.

Em se tratando de bem-estar animal, um dos fatores de maior impacto no frango está relacionado à temperatura. Segundo Navarini (2009), quando o frango sofre estresse por calor, ocorre uma significativa redução na efetividade de sua alimentação, ou seja, o controle da temperatura em ambientes aviários é de extrema importância, já que afeta o desempenho da ave diretamente, impactando no consumo da ração, e, conseqüentemente, no ganho de peso e conversão alimentar (GOMES, et al, 2011).

Assim, o controle do ambiente interior do aviário é necessário e, torna-se condição importante para que se possa manter ou melhor controlar o bem-estar animal associado, conseqüentemente, à melhor qualidade do produto final. Com temperaturas dentro dos limites tidos como ideais, o consumo de alimentos e água pelos frangos proporcionam melhores resultados (MENEGALI, 2005). E, para

isso, garantir o uso adequado de ventilação, que remova o excesso de umidade e calor, se apresenta como um ponto importante de monitoramento, principalmente, higiênica, por tirar os gases indesejáveis de dentro do ambiente produtivo, no caso, do aviário (NÄÄS et al., 2001).

Além do microambiente onde estão inseridos os animais, fatores ambientais relacionados ao clima e às instalações, técnicas de manejo, nutrição e genética definem o ambiente que circunda o animal, bem como determinam sua capacidade de responder a estímulos ambientais, que agem de forma interativa e, potencialmente, afetam a qualidade da carne (BERTOL, 2004).

A otimização do desempenho dos aviários de frango de corte pode ser realizada por meio da avaliação dos parâmetros ambientais, bem como da qualidade do ar em relação ao desempenho das aves e através do consumo de energia, reduzindo assim, os gastos operacionais de manutenção do ambiente produtivo. Assim, as inserções de sensores e atuadores nos ambientes monitorados podem gerar informações úteis, rápidas e confiáveis e, que apoiarão os produtores e gestores no processo de tomada de decisões (CORKERY et al., 2013).

O correto controle de temperatura, umidade, poeira, amônia, dentre outros melhoram o desempenho animal, bem como auxiliam na sustentabilidade do meio, melhorando assim, os resultados obtidos no manejo (MENEGALI, 2005).

A zona de conforto térmico é a faixa de temperatura do ambiente na qual a taxa metabólica é mínima, e a temperatura do corpo do animal é mantida com muito

pouco desprendimento de energia (FURLAN, 2006).

Na produção animal, já existem alguns exemplos de comercialização de técnicas para controle de ambiente (temperatura e umidade) em aviários, por meio de controladores e sensores que agem nos sistemas de resfriamento e aquecimento, sistemas de alimentação computadorizado, detecção automática de doença, bem como de medida de crescimento e captura de imagens para avaliação de comportamento em tempo real nas baias para produção de suínos (GUARINO et al., 2008; BANHAZI et al., 2012).

Em seu artigo "Ciência 2.0", Shneiderman (2008) argumenta que seria preciso ampliar os tradicionais métodos científicos de acordo com as complexas questões que podem surgir em face da inovação tecnológica.

## MATERIAL E MÉTODOS

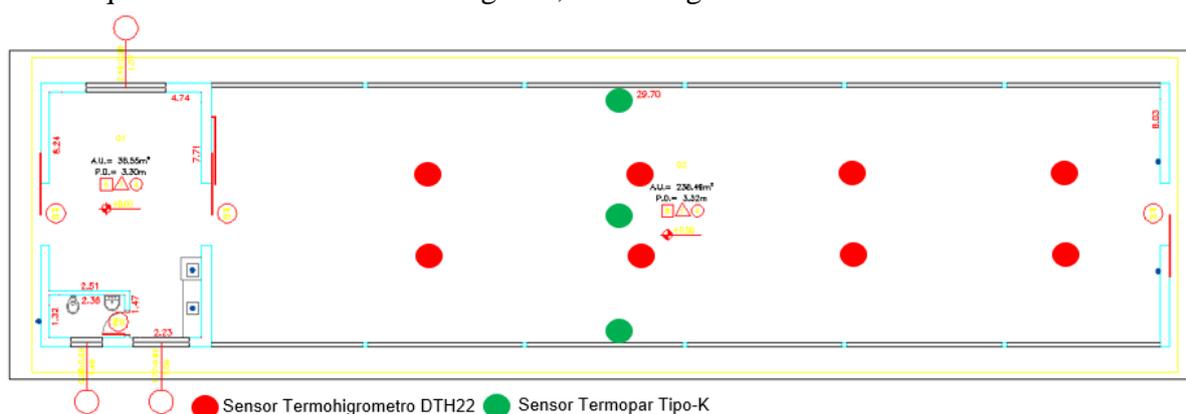
Para o desenvolvimento do experimento foi utilizado um aviário experimental, do *campus* da USP de Pirassununga, localizado no interior do estado de São Paulo, na cidade de Pirassununga, situando-se entre os meridianos de 21° 57'37"S e 47° 27'07"W, sendo que o clima de Pirassununga/SP,

Essa visão estende o conceito de e-Science, introduzido há mais de uma década, que se concentra principalmente na ciência computacional e, como usá-la em ambientes altamente distribuídos. Complexos experimentos científicos exigem não somente acesso aos dados distribuídos geograficamente e recursos do computador, mas também métodos computacionais para compartilhar e transferir o conhecimento adquirido entre os cientistas.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi testar um sistema de monitoramento utilizando uma rede de sensores sem fio, com ênfase no controle térmico de ambientes produtivos e no armazenamento dos dados coletados na nuvem, através de um e-Science Zootécnico, com ênfase em climatologia aplicada.

segundo a classificação climática de Köppen é do tipo Cwa.

O aviário possui as dimensões de 29,70 x 8,03 m, com pé direito de 4m, provido de 12 janelas de ventilação de 1,50 x 2,30 m, de cortinas de lona retráteis com climatização por meios naturais, conforme Figura 1.



**Figura 1** – Planta baixa do aviário.

Fonte: Autoria própria

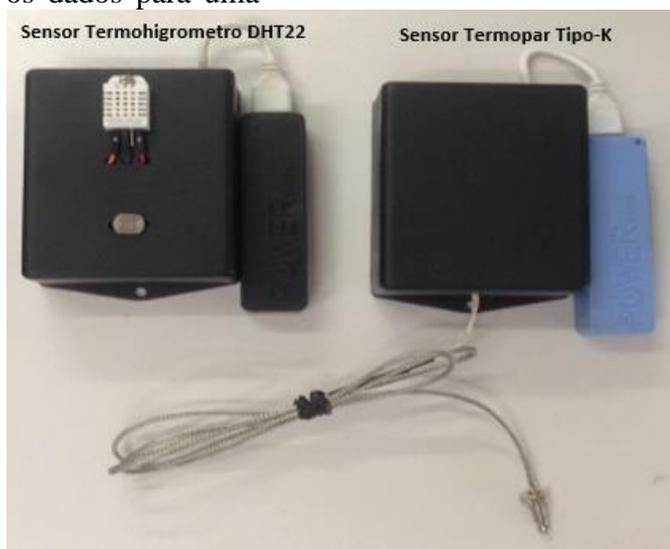
Para mensurar a temperatura e a umidade no interior do aviário foram utilizados dois sensores, o sensor termohigrômetro DHT22, que é um componente

que possui internamente um sensor de umidade e um termistor. O DHT22 efetua medições de temperatura entre -40 e 125°C e umidade entre 0 e 100%. Para coletar os

dados de temperatura das paredes foi utilizado um sensor termopar tipo-K, que é constituído de dois metais distintos, unidos por suas extremidades e ligados a um termômetro termopar.

Os sensores foram embarcados em placas microcontroladoras (Figura 2) que se conectam a um roteador wifi para transmissão dos dados coletados para um IP fixo, que direciona os dados para uma

base de dados MySql na nuvem (e-Science), sendo o front-end de acesso ao sistema e-Science implementado em linguagem de programação PHP, para acesso em tempo real via internet.



**Figura 2** – Sensor Termohigrometro DHT22 e Sensor Termopar Tipo-K.  
Fonte: Autoria própria

O experimento foi conduzido nos dias 14 e 15 de outubro de 2017, sendo que o aviário permaneceu com as cortinas fechadas no dia 14 e abertas no dia 15, a partir das 11h00. Este experimento foi realizado sem aves no ambiente interno. Os dados foram coletados no aviário no período das 6 horas do dia 14 até as 18 horas do mesmo dia. Foram registradas as médias para os intervalos de 6-8, 8-10, 10-12, correspondentes ao período da manhã e dos intervalos de 12-14, 14-16 e 16-18, ao período da tarde, com toda a estrutura

fechada. Já no dia 15 as janelas permaneceram fechadas das 6 às 11 horas, sendo abertas a partir das 11h, seguindo os mesmos horários de coletas referentes ao período de amostragem do dia 14.

Além disso, para validar os dados coletados pelos sensores distribuídos no ambiente monitorado, utilizou-se dos dados fornecidos pela Estação Meteorológica (EM) do campus Fernando Costa, em Pirassununga/SP, que possui uma distância aproximada de 382 metros entre a estação e o aviário experimental.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os dados obtidos no aviário por meio dos sensores de temperatura e umidade do ar e temperatura de superfície, bem como os dados da estação meteorológica (EM) do campus Fernando Costa permitiram validar os circuitos desenvolvidos para o monitoramento do ambiente, em relação as variáveis temperatura e umidade.

De acordo, com a Tabela 1, pode-se observar que o sistema fechado gerou um valor de temperatura do ar, superior ao do segundo dia, na casa dos 10 °C. O mesmo, sendo observado, também, para a variável umidade.

A relação entre a temperatura externa, medida por meio da EM e a

temperatura interna medida pelos sensores, referentes aos dois dias, mostraram uma variação no período da manhã de 5,12 °C a mais no ambiente interno, o mesmo ocorrendo no período da tarde (6,57°C), para o dia 14. E, em relação ao dia 15, com

as janelas abertas, a variação foi de 1,85°C e 1,53°C, respectivamente. A Tabela 1 mostra as variações percebidas pelos coletores (sensores) em relação aos dois dias de experimentação.

**Tabela 1** – Coleta de dados dias 14/10/2017 e 15/10/2017.

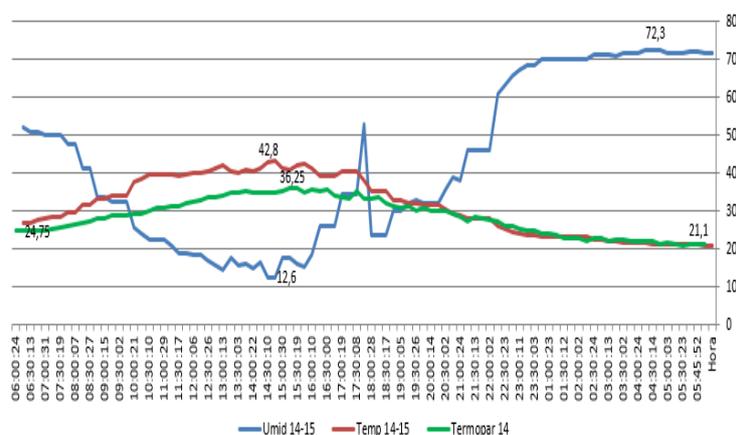
Horário	Dia 14/10/2017				Dia 15/10/2017			
	T	U	TS	EM	T	U	TS	EM
6-8	21,95°	68,76%	21,53°	20,41°	28,26°	50,04%	25,30°	22,83°
8-10	26,10°	56,40%	21,00°	24,63°	33,71°	34,16%	28,17°	30,80°
10-12	30,74°	43,30%	28,94°	29,10°	39,55°	21,22%	30,92°	32,56°
12-14	32,86°	37,40%	31,03°	31,80°	40,78°	16,03%	30,17°	35,03°
14-16	33,05°	35,09%	31,44°	31,75°	41,98°	15,09%	35,33°	36,27°
16-18	29,95°	42,46%	29,44°	28,64°	39,26°	32,05%	34,28°	31,00°

T - Temperatura do Ar, U - Umidade do ar, TS - Temp. de superfície, EM – Estação Meteorológica.

Fonte: Autoria própria

A comparação dos dados coletados entre os valores dos sensores internos e a EM validam os mesmos, quanto ao seu desempenho, bem como em relação a operacionalidade e integridade do banco de dados.

O mesmo ocorrendo entre as variações de temperatura e umidade relativa do ar obtidas pelos sensores, com os valores obtidos com os termopar distribuídos no ambiente, os quais podem ser visualizadas por meio das Figuras 3 e 4.



**Figura 3** – Coleta de dados com janelas fechadas.

Fonte: Autoria própria

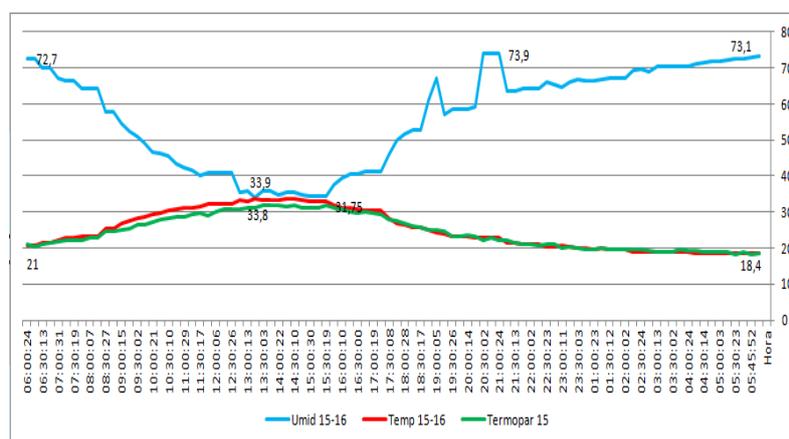


Figura 4 – Coleta de dados com janelas abertas.

Fonte: Autoria própria

Em relação a autonomia do sistema, com respeito ao consumo de energia da bateria, o sistema reportou uma duração média de 5 horas. Este tempo tende a aumentar e, para isso, torna-se necessário

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos por meio do experimento realizado nos dois dias de coleta permitem concluir que o sistema de sensores desenvolvido foi capaz de medir a temperatura e a umidade do ar e, também, a temperatura de superfície do ambiente aviário, bem como de armazenar os dados coletados na nuvem, em tempo real. Em

reprogramar o tempo de coleta, além de inserir no módulo um sistema de dormência entre as coletas, *stand by*, aumentando assim, o tempo de duração das baterias.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional

de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro.

## REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>>. Acesso em abril de 2018.

BANHAZI, T.M. Precision Livestock Farming: An international review of scientific and commercial aspects. **Int J Agric & Biol Eng**, Disponível em <<http://www.ijabe.org>>, v.5, n.3, p.1 -9. 2012.

BERTOL, T. M. Estresse pré-abate: consequências para a sobrevivência e a qualidade da carne em suínos. 2004. Disponível em: <<http://cnpsa.embrapa.br/?/artigos/2004/artigo-2004-n004.html>>. Acesso em setembro de 2017.

CORKERY, G. et al. Monitoring Environmental Parameters in Poultry Production Facilities. **Computer Aided Process Engineering**, CAPE Forum 2013,

Graz University of Technology, Austria, 2013.

FURLAN, R. L. Influencia da Temperatura na Produção de Frangos de Corte. **VII Simpósio Brasil sul de avicultura** – Chapecó, SC – Brasil. 2006.

GOMES, J.S. et al. Estresse Térmico na Avicultura. 2011. Acesso em: <<http://r1.ufrj.br/wp/ppgz/files/2014/11/Referencia-5-Mestrado.pdf>> Acesso em setembro de 2017.

GUARINO, M. et al. Field test of algorithm for automatic cough detection in pig houses. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.62, n.1, p.22-28, 2008.

HELLMEISTER FILHO, P. et al. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa/MG, v.32,n. 6, p. 1883-1889, 2003.

MENEGALI, I., 2005. Diagnóstico da qualidade do ar na produção de frangos de corte em instalações semi-climatizadas por pressão negativa e positiva, no inverno, no sul do Brasil. Disponível em: <http://www.ufv.br/dea/ambiagro/arquivos/Tese%20de%20Irene%20Menegali2005.pdf>. Acesso em setembro de 2017.

MORGAN, W. E. Heat reflective roof coatings. **Chicago: ASAE**, 12 p. (Paper nº 904513), 1990.

NAVARINI, F.C. Níveis de Proteína Bruta e Balanço Eletrolítico para Frangos de Corte. 2009. **Universidade Estadual do Oeste do Paraná**, Marechal Cândido Rondon, 2009.

SHNEIDERMAN B. (2008) Science 2.0, **Science**, **319**, 1349–1350. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1126/science.1153539>> Acesso em setembro de 2017.