

MODELAGEM COMPUTACIONAL NO MONITORAMENTO E MELHORA DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO EM AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE

THAYLA MORANDI RIDOLFI DE CARVALHO-CURI¹, JULIANA MARIA MASSARI², VILMAR RODRIGUES DE SOUSA JÚNIOR³, MARCIO MESQUITA⁴, DANIELLA JORGE DE MOURA⁵

¹ Doutora, Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, (19) 3521-1012, thaylamrcarvalho@hotmail.com

² Mestre, Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, (19) 3521-1012, jujumassari@hotmail.com

³ Mestre, Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, (19) 3521-1012, sousajunior.vilmar@hotmail.com

⁴ Professor Doutor, Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, (19) 98162-3050, marciomes@gmail.com

⁵ Professora Doutora, Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP, (19) 3521-1012, daniella.moura@feagri.unicamp.br

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro- SP, Brasil

RESUMO: Projetar e adequar instalações ao clima quente que permitam a manutenção das variáveis ambientais e aéreas em limites ideais às exigências das aves, sem aumento dos custos de produção, tem sido um grande desafio com o recente aumento no número de aviários climatizados na avicultura de corte. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi simular diferentes arranjos do sistema de ventilação por meio de simulações realizadas pelo CFD em um aviário do tipo Solid Wall por meio do CFD (Computational Fluid Dynamics). O aviário está localizado em Amparo-SP, o qual apresenta isolamento lateral por paredes de alvenaria e sistema de ventilação artificial de pressão negativa com exaustores e entrada de ar através do painel evaporativo. Foram monitoradas variáveis de velocidade do ar no interior e entradas de ar (cooling) do aviário e pressão estática nas saídas de ar (exaustores), como condição de contorno. Os dados foram monitorados às 14h00min quando as aves estavam na fase final de produção. A técnica CFD permitiu visualizar o encaminhamento do ar de acordo com as diferentes condições de funcionamento dos exaustores, bem como determinar o melhor arranjo para o acionamento de exaustores evitando regiões com baixa renovação do ar e zonas de turbulência.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiência, CFD, Conforto térmico

OPTIMIZATION OF VENTILATION SYSTEMS IN BROILER HOUSE USING CFD SIMULATION

ABSTRACT: Despite the importance that the broiler production has in Brazil, increasing the production by more than 100% in the last ten years, a lot of research has to be done to better control the environment inside the broilers totally closed buildings. The objective of this study was to evaluate the ventilation system to a broiler house and propose a more efficient ventilation system, which will determine which positions of exhaust fans should be operated for better ventilation in critical condition (summer), using the software Ansys® CFX 14. The study was conducted in a poultry broiler located in Amparo/SP. The study was done in a tunnel ventilated broiler house totally enclosed with brick side walls. Data were collected in 27 equidistant points such as: dry bulb temperature and air velocity. The control conditions are: inlet air velocity and temperature, outlet air velocity and air temperature, and the static pressure next to the exhaust fans. The geometry and the meshes were made in Ansys® Workbench 14.0. The validation was done using a NMSE value. Through the CFD is

expected to obtain models of ventilation systems more appropriate for broiler housing helping to ventilation system and consequently environmental control enabling greater productivity.

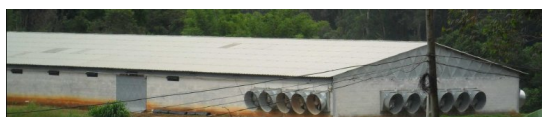
KEYWORDS: CFD, Environment, Thermal Welfare

INTRODUÇÃO

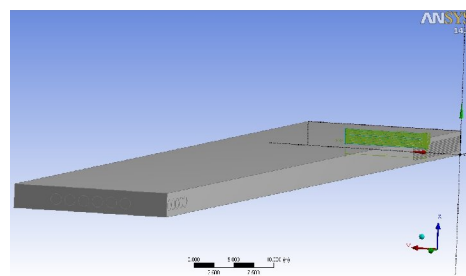
A avicultura de corte brasileira vem se desenvolvendo em um cenário muito competitivo com produção de 15,36% em relação à produção mundial (UBABEF, 2013). Dentre os diversos fatores que influenciam a produção de frangos de corte, o sistema de ventilação é o que mais afeta a termorregulação das aves. A ventilação é um processo que controla vários fatores ambientais e é responsável pelas trocas de ar para remoção do excesso de calor e de umidade produzido pelas aves, minimização dos níveis de poeira e concentração de gases, bem como garantir a uniformidade e conforto térmico na área ocupada pelos frangos. Neste sentido, o uso de diferentes modelagens computacionais auxilia no entendimento e controle efetivo do ambiente interno produzido pelo funcionamento de exaustores e painéis evaporativos, dentre os quais destacam-se a lógica fuzzy (NASCIMENTO et al., 2011), mineração de dados (LIMA & RODRIGUES, 2010), geoestatística (CHOWDHURY et al., 2013) e o CFD - Computational Fluid Dynamics (LEE et al., 2007; MOSTAFA et al., 2012; BUSTAMANTE et al., 2013). Sendo o CFD um método que se baseia nas leis de Navier-Stokes (conservação da massa, momento e energia) para solução de problemas complexos de fluxo de ar com economia de custo, tempo e esforço associados com experimentos em campo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi simular diferentes arranjos do sistema de ventilação a fim de estabelecer um fluxo de ar com maior homogeneidade na altura das aves por meio de simulações realizadas pelo CFD.

MATERIAL E MÉTODOS

- Descrição do aviário de frango de corte: O experimento foi conduzido em um aviário do tipo Solid Wall localizado em Amparo-SP, sob o clima Cwa com duas estações bem definidas (conforme classificação de Köppen) com orientação norte-sul (FIGURA 1).



(a)



(b)

FIGURA 1. Imagem do aviário de frango de corte (a) e da geometria no software Ansys® (b).

As dimensões eram de 3,0 x 20,0 x 120,0 m (pé-direito x largura x comprimento) com densidade das aves igual a 13 aves m⁻². O isolamento do aviário é feito de telhado com telhas de fibrocimento e forro de acortinado de polietileno e paredes laterais de alvenaria construída com bloco concreto.

O sistema de ventilação deste aviário é do tipo artificial de pressão negativa e

resfriamento por meio de painéis evaporativos de celulose.

- Aquisição dos dados: O monitoramento do ambiente térmico foi realizado registrando dados de temperatura de bulbo seco (Tbs, °C) e velocidade do ar (Var, m s⁻¹) em 27 pontos (3 colunas e 9 linhas) no interior do aviário na altura das aves, quando às últimas se apresentavam na fase final de criação. Os dados de Tbs e Var foram registrados por meio de um anemômetro de fio quente VelociCalc[®] (TSITM), enquanto que a UR foi registrada pelo higrômetro THDL 400. A pressão estática nos exaustores foi registrada por meio do equipamento MN 2150 (ICEL[®]).

As variáveis que constituíram as condições de contorno para simulação e validação do modelo gerado em CFD foram: a Tbs e a Var foram monitoradas nas entradas de ar através do painel evaporativo e o diferencial de pressão estática e a Tbs do ar foram aferidos nas saídas de ar através dos exaustores.

- Análise dos dados: Os dados foram simulados por meio da modelagem CFD foi realizada para estudar o fluxo de ar no interior da instalação de frango de corte. Para isso foi utilizado o software Ansys[®] CFX 14.0. Neste estudo, a simulação CFD foi composta por quatro etapas fundamentais, sendo elas: Definição do problema; Pré-processamento o qual inclui o desenvolvimento da geometria, geração da malha, inserção dos modelos físicos e configuração dos aspectos numéricos; Solver responsável pelo cálculo da solução e Pós-processamento que compreende a análise dos resultados.

A geometria foi criada no Ansys[®] Workbench 14.0 em escala 1:1, sendo as entradas e saída de ar com espessura igual a 0,0001 m. A malha escolhida foi a estruturada hexaédrica, uma vez que a malha tetraédrica requerer uma quantidade de elementos maior para proporcionar o mesmo número de nós que a mesma proporciona (Joaquim Junior et al., 2007). As condições de contorno consideradas foram: velocidade do ar de entrada; temperatura do ar de entrada; velocidade do ar de saída; temperatura do ar de saída; densidade e viscosidade do fluido, sendo no caso o ar atmosférico e pressão estática do ar de saída. As considerações assumidas foram: regime estacionário; escoamento incompressível; e escoamento turbulento. Critério de convergência com resíduo máximo da solução menor do que 10⁻⁴. No presente trabalho, utilizou-se o modelo de fechamento de primeira ordem standard k- ϵ (CFX, 2013). Os valores de NMSE menores de 0,25 foram aceitos como bons indicadores de concordância (ANDERSON et al., 1992). A validação foi baseada na metodologia utilizada por Blanes-Vidal et al. (2008). Na simulação foram utilizando diferentes arranjos de cinco exaustores acionados ao mesmo tempo a fim de obter a melhor combinação para realizar as trocas de ar de maneira mais efetiva (Figura 2).

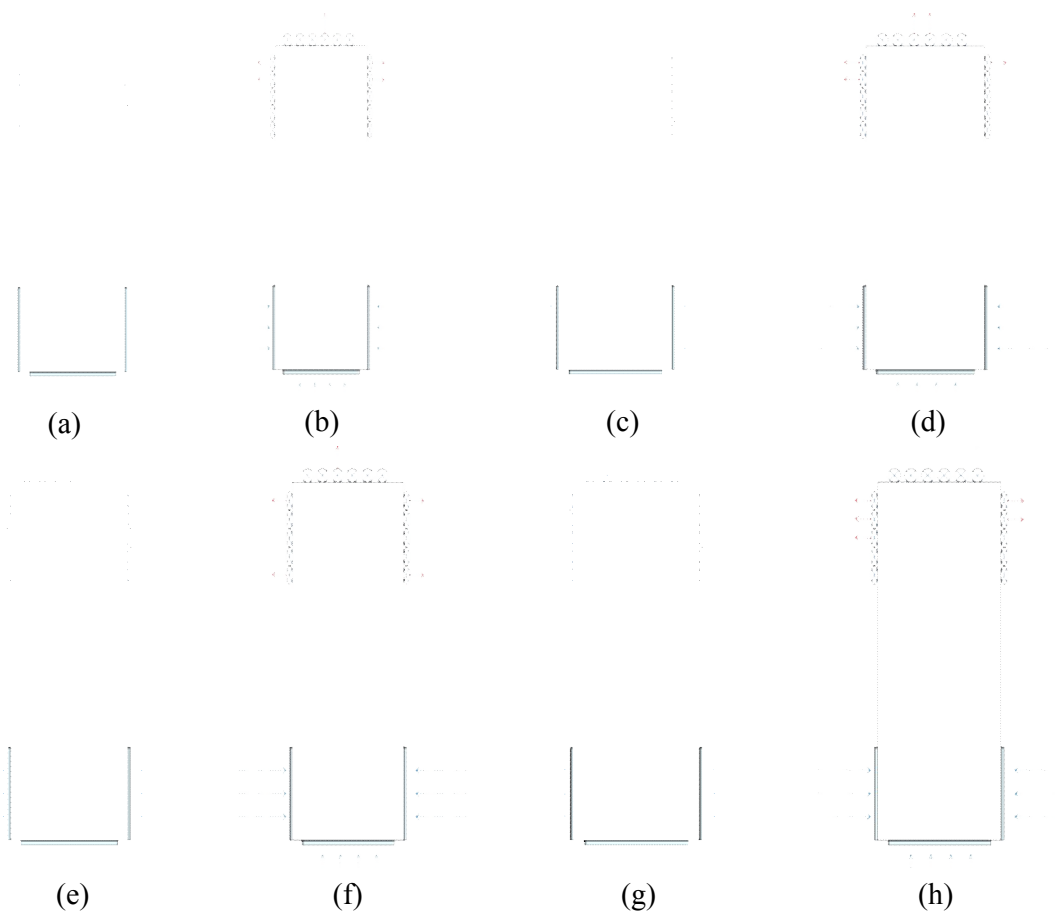


FIGURA 2. Simulações utilizadas para determinação do melhor arranjo de funcionamento de cinco exaustores, sendo o funcionamento original dos exaustores (a), Simulação 1 (b), Simulação 2 (c), Simulação 3 (d), Simulação 4 (e), Simulação 5 (f), Simulação 6 (g) e Simulação 7 (h).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vantagem das simulações do CFD é que elas oferecem representação gráfica proporcionando fácil compreensão do encaminhamento do fluxo de ar, com os parâmetros representados por diferentes cores ou vetores em diferentes cenários.

A melhor simulação foi a 6 (Figura 3) em relação à homogeneidade da distribuição da velocidade do ar e também atingindo valores dentro do intervalo considerado ideal pela literatura, ou seja, entre $1,5$ e $2,5 \text{ m s}^{-1}$ (YAHAV et al., 2001). Também houve a tentativa de reduzir as regiões com baixa renovação do ar.

Observar-se que ocorre uma zona de turbulência próximo das entradas de ar pela convergência do fluxo de ar que entra através dos painéis evaporativos, o que aumenta os valores da velocidade do ar em níveis acima do preconizado pela literatura. Essa área de turbulência pode interferir no comportamento normal das aves, uma vez que a velocidade do ar tem impacto no desempenho, conversão alimentar e consumo de água das aves (MAY et al., 2000).

Zonas com baixa renovação de ar ($0,24 \text{ m s}^{-1}$) foram observadas próximo à entrada de ar no fundo do aviário e também próximos aos exaustores que não estavam acionados na

simulação. Esse resultado sugere que quanto melhor a distribuição dos exaustores acionados, menor a incidência de regiões com baixa velocidade de ar. Esses pontos também são conhecidos como pontos “mortos” os quais a velocidade do ar aproxima-se de 0 m s^{-1} . A diferença entre regiões com altos e baixos valores de velocidade do ar podem causar heterogeneidade do lote, interferindo na produção final, uma vez que a velocidade do ar influencia na sensação térmica das aves e por consequência na condição de conforto térmico como estudado por Tao & Xin (2003). Desta forma, nota-se que as regiões de entrada e saída do ar são críticas, enquanto que a zona intermediária apresenta um fluxo mais suave e homogêneo do ar.

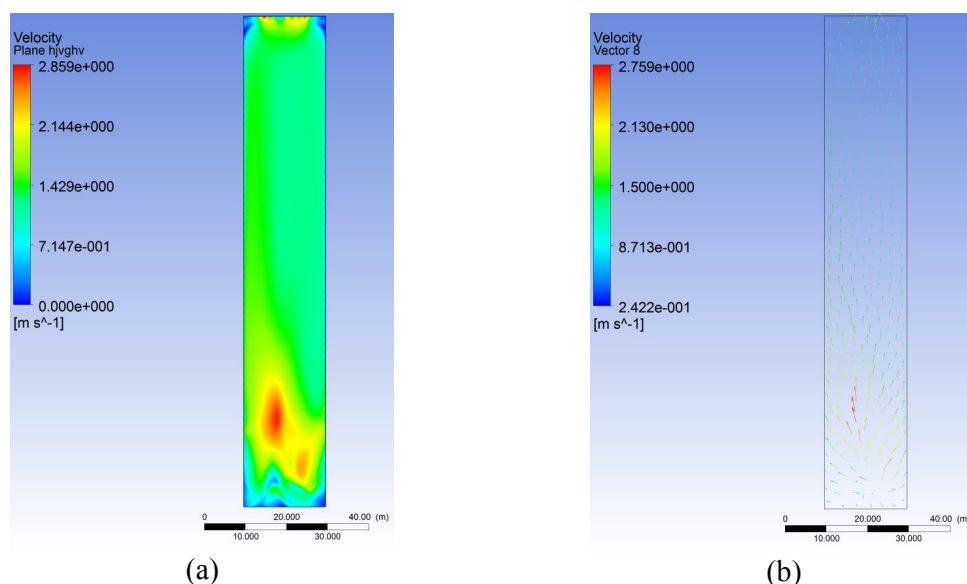


FIGURA 3. Distribuição da velocidade do ar na altura das aves para a Simulação 6 (a) e representação vetorial do fluxo de ar no interior do aviário (b).

CONCLUSÕES

A técnica do CFD é um método eficiente e viável para visualização do encaminhamento do ar sob diferentes condições de funcionamento dos exaustores em 2D e 3D, bem como para determinar o melhor arranjo no acionamento de exaustores a fim de evitar a formação de regiões com baixa velocidade do ar e de turbulência, o que é corrigido no encaminhamento do ar do painel evaporativo até os exaustores. Os melhores resultados foram observados na simulação 6.

AGRADECIMENTOS

À bolsa concedida pelo CNPq, ao auxílio da FAPESP no projeto e ao proprietário do aviário que permitiu a realização deste estudo.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, M.P.; WOESSNER, W.W. **Applied groundwater modeling simulation of flow and advective transport**. 2.ed. New York: Academic Press, 1992.

- BLANES-VIDAL, V. et al. Application of computational fluid dynamics to the prediction of airflow in a mechanically ventilated commercial poultry building. **Biosystems Engineering**, v.100, n.1, p.105-116, 2008.
- BUSTAMANTE, E. et al. Exploring ventilation efficiency in poultry buildings: The validation of computational fluid dynamics (CFD) in a cross-mechanically ventilated broiler farm. **Energies**, v.6, p.2605-2623, 2013.
- CHOWDHURY, S. et al. Spatio-temporal patterns of Campylobacter colonization in Danish broilers. **Epidemiology and Infection**, v.141, n.5, p.997-1008, 2013.
- LEE, I.; SASE, S.; SUNG, S. Evaluation of CFD Accuracy for the Ventilation Study of a Naturally Ventilated Broiler House. **Japan Agricultural Research Quarterly**, v.41, n.1, p.53-64, 2007.
- LIMA, M.G.F.; RODRIGUES, L.H.A. Árvore de decisão aplicada em dados de incubação de matrizes de postura hy-line W36. **Ciênc. Agrotec.**, v.34, n.6, p.1550-1556, 2010.
- MAY, J.D.; LOTT, B.D.; SIMMONS, J.D. The effect of air velocity on broiler performance and feed and water consumption. **Poultry Science**, v.79, p.1396-1400, 2000.
- MOSTAFA, E. et al. Computational fluid dynamics simulation of air temperature distribution inside broiler building fitted with duct ventilation system. **Biosystems Engineering**, v.112, p.293-303, 2012.
- NASCIMENTO, G.R. et al. Thermal comfort fuzzy index for broiler chickens. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, 2011.
- TAO, X.; XIN, H. Acute synergistic effects of air temperature, humidity, and velocity on homeostasis of market-size broilers. **Transactions of the ASAE**, v.46, n.2, p.491-497, 2003.
- YAHAV, S. et al. Air velocity alters broiler performance under harsh environmental conditions. **Poultry Science**, v.80, p.724-726, 2001.