

CFD Application to Poultry Crate Design

Improving Internal Airflow Velocities

Por Victor Abreu de Lima, Jasson Fernandez Gurgel, Daniel Gurgel Pinheiro, Nítalo André Farias Machado, José Antonio Delfino Barbosa Filho, Antonio Velarde, Iran José Oliveira da Silva e Marcos Vinícius da Silva

Fonte: OpenAlex · IFCE · [Publicação original](#)

INOVAÇÃO	APLICABILIDADE	POTENCIAL ECONÔMICO	MATURIDADE
8/10	9/10	8/10	Média

Este paper aborda o desafio do estresse térmico em aves durante o transporte, propondo e avaliando designs de caixas de transporte otimizados através de simulações de Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD) e experimentos em túnel de vento. O modelo 'Alternative Crate 3' (AC3) demonstrou melhorias significativas no fluxo de ar interno, temperatura e umidade, indicando um microclima menos estressante. A pesquisa tem alto potencial para impactar a indústria avícola, melhorando o bem-estar animal e a eficiência logística.

NÚCLEO DA ANÁLISE

Ideia de startup ou produto

Uma startup focada em 'AeroCrate Solutions' que ofereça design, prototipagem e licenciamento de caixas de transporte de aves otimizadas aerodinamicamente, utilizando CFD e manufatura aditiva. A empresa poderia também oferecer consultoria para otimização de frotas e logística de transporte de animais vivos, com foco em bem-estar e eficiência.

Aplicações práticas

Os resultados podem ser aplicados diretamente no redesenho de caixas de transporte de aves para reduzir o estresse térmico, a mortalidade e as perdas econômicas na cadeia de suprimentos avícola. A otimização do design pode levar a melhorias significativas no bem-estar animal e na qualidade do produto final.

Potencial de mercado

O mercado potencial é a indústria avícola global, incluindo produtores de aves, empresas de logística e fabricantes de equipamentos de transporte. A demanda por soluções que melhorem o bem-estar animal e a eficiência operacional é crescente, impulsionada por regulamentações e expectativas dos consumidores. A redução de perdas durante o transporte representa um ganho econômico substancial.

FUNDAMENTO CIENTÍFICO

Problema abordado

O transporte de aves é um desafio significativo para o bem-estar animal, com o estresse térmico comprometendo a estabilidade fisiológica, desempenho e sobrevivência das aves devido a designs inadequados de caixas que limitam o fluxo de ar e promovem o acúmulo de calor.

Metodologia

Foram avaliados quatro modelos virtuais de caixas de transporte de aves utilizando simulações de Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD) sob três velocidades de transporte. Os resultados foram complementados por experimentos em túnel de vento com protótipos em escala reduzida, fabricados por manufatura aditiva. Foram medidos velocidades de fluxo de ar interno (IAFV), temperatura do ar, umidade relativa, Índice de Conforto Térmico (THI) e entalpia.

Principais descobertas

O modelo 'Alternative Crate 3' (AC3) apresentou velocidades médias de fluxo de ar interno (IAFV) superiores em todas as velocidades, com um aumento de 32,85% em comparação com a caixa convencional a 60 km/h. O AC3 também demonstrou menor temperatura do ar, umidade relativa reduzida, o menor THI e entalpia, indicando um microclima menos estressante. Além disso, o AC3 teve a menor pressão dinâmica, sugerindo menor resistência ao fluxo de ar e aerodinâmica mais eficiente.

LEITURA PARA GESTÃO PÚBLICA

A pesquisa pode subsidiar a criação ou atualização de políticas públicas e regulamentações para o transporte de animais, estabelecendo padrões mínimos de ventilação e design para caixas de aves. Isso garantiria maior bem-estar animal e poderia ser integrado a programas de certificação para produtores e transportadoras.

PARCERIA UNIVERSIDADE × EMPRESA

O IFCE pode buscar parcerias com grandes empresas avícolas (ex: BRF, JBS), fabricantes de caixas plásticas (ex: Plascar, Ambev) e empresas de logística especializadas no transporte de animais. O objetivo seria a validação em escala real dos designs otimizados, desenvolvimento de protótipos comerciais e eventual licenciamento ou co-desenvolvimento de produtos.

OPORTUNIDADES DERIVADAS

4 direções estratégicas identificadas

PRODUTO CORPORATIVO · IMPACTO ALTO · INDÚSTRIA 4.0

Desenvolvimento de Crate Otimizado para Transporte de Aves

Desenvolver e comercializar um novo modelo de caixa de transporte de aves (baseado no AC3) que otimiza o fluxo de ar interno, reduzindo o estresse térmico e a mortalidade durante o transporte, como um produto para a indústria avícola.

STARTUP · IMPACTO MÉDIO · STARTUPS & INOVAÇÃO

AeroCrate Solutions: Consultoria e Design de Caixas de Transporte

Criação de uma startup que oferece serviços de consultoria e design de caixas de transporte para a indústria avícola, utilizando CFD e prototipagem rápida para desenvolver soluções personalizadas que melhorem o bem-estar animal e a eficiência logística.

POLÍTICA PÚBLICA · IMPACTO ALTO · GOVTECH

Normatização de Padrões de Ventilação para Transporte de Aves

Utilizar os resultados da pesquisa para subsidiar a criação ou atualização de políticas públicas e normas regulatórias que estabeleçam requisitos mínimos de ventilação e design aerodinâmico para caixas de transporte de aves, visando o bem-estar animal e a redução de perdas.

PARCERIA · IMPACTO ALTO · GERAL

P&D Colaborativo para Validação em Escala Real

Estabelecer parcerias entre o IFCE, empresas avícolas e fabricantes de caixas para conduzir estudos de validação em escala real, com aves vivas e em condições comerciais de transporte, a fim de refinar e implementar os designs otimizados.

ABSTRACT ORIGINAL

Poultry transport represents a significant animal welfare challenge, particularly when birds are exposed to heat stress during travel, a condition that can compromise physiological stability, performance, and survival. Despite the relevance of this issue, research on engineering improvements to poultry transport crates remains limited. In this study, four virtual models of poultry transport crates were evaluated to assess their potential to improve the thermal comfort internal airflow conditions. Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations were conducted under three transport speeds, complemented by wind tunnel experiments using reduced-scale prototypes fabricated by additive manufacturing. The results demonstrated that the alternative crate 3 (AC3) model presented exhibited superior internal average airflow velocities (IAFV) across all speeds, including a 32.85% increase compared to the conventional crate at 60 km/h. Wind tunnel testing confirmed significant differences among crate designs. AC3 showed lower air temperature than AC1 and reduced relative humidity compared to CC and AC2. Thermal comfort indices supported these findings, with AC3 presenting the lowest THI and enthalpy, indicating a less stressful microclimate. In terms of airflow, AC2 and AC3 achieved higher IAFV (19.27 ± 8.49 m/s and 19.30 ± 4.80 m/s) than CC and AC1. AC3 also had the lowest dynamic pressure, suggesting reduced airflow resistance and more efficient aerodynamics. Therefore, improved crate geometry and increased ventilation surface can enhance airflow distribution, potentially reduce heat accumulation and improve animal welfare. However, further studies involving live birds, realistic stocking densities, and full-scale trailer simulations are required to validate these benefits under commercial transport conditions.

MATÉRIA PARA LEIGOS

Para leigos: Caixas de Transporte para Aves: Mais Ventilação, Menos Estresse

O cenário atual

O transporte de aves é um grande desafio para o bem-estar animal. Muitas vezes, as aves são expostas ao estresse por calor durante a viagem, o que pode prejudicar sua saúde, desempenho e até mesmo a sobrevivência. Apesar da importância desse problema, existem poucas pesquisas focadas em melhorar o design das caixas de transporte usadas na avicultura.

O que os pesquisadores fizeram

Um grupo de pesquisadores do IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará) avaliou quatro modelos virtuais de caixas de transporte de aves. O objetivo era ver se esses novos designs poderiam melhorar o conforto térmico e a circulação de ar dentro das caixas. Eles usaram simulações de Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD) para testar os modelos em três velocidades de transporte diferentes. Além disso, foram feitos experimentos em túnel de vento com protótipos em escala reduzida, fabricados com impressão 3D.

Como funciona na prática

A Dinâmica de Fluidos Computacional (CFD) é uma ferramenta de computador que permite simular como o ar se move e interage dentro de um espaço, como uma caixa de transporte. Isso ajuda a prever a ventilação e a distribuição do calor. Já os experimentos em túnel de vento são realizados com modelos físicos em escala, onde o ar é soprado de forma controlada para testar o desempenho aerodinâmico e a ventilação dos designs na prática. A fabricação aditiva, ou impressão 3D, permitiu criar os protótipos de forma rápida e precisa.

Resultados e evidência

Os resultados mostraram que o modelo de caixa alternativo 3 (AC3) teve um desempenho superior. Ele apresentou as maiores velocidades médias de fluxo de ar interno (IAFV) em todas as velocidades testadas. Por exemplo, a AC3 aumentou o fluxo de ar em 32,85% em comparação com a caixa convencional quando o veículo estava a 60 km/h.

Os testes em túnel de vento confirmaram que existem diferenças significativas entre os designs. A AC3 registrou uma temperatura do ar interna mais baixa que a AC1 e uma umidade relativa reduzida em comparação com a caixa convencional (CC) e a AC2. Os índices de conforto térmico (THI e entalpia) também apontaram a AC3 como a melhor, indicando um microclima menos estressante para as aves. Em termos de fluxo de ar, a AC2 e a AC3 alcançaram maiores velocidades médias ($19,27 \pm 8,49$ m/s e $19,30 \pm 4,80$ m/s, respectivamente) do que a CC e a AC1. A AC3 também teve a menor pressão dinâmica, o que sugere menor resistência ao fluxo de ar e uma aerodinâmica mais eficiente.

Implicações práticas

Esses achados indicam que melhorar o formato da caixa e aumentar a área de ventilação pode distribuir melhor o fluxo de ar. Isso, por sua vez, tem o potencial de reduzir o acúmulo de calor e, assim, melhorar o bem-estar dos animais durante o transporte.

Limitações e próximos passos

Os pesquisadores ressaltam que são necessários mais estudos. Estes devem incluir aves vivas, considerar densidades de alojamento mais realistas e simular reboques de transporte em tamanho real. O objetivo é validar esses benefícios em condições comerciais de transporte.

QUEM SÃO OS PESQUISADORES

Quem são os pesquisadores

Os autores deste estudo são Victor Abreu de Lima, Jasson Fernandez Gurgel, Daniel Gurgel Pinheiro, Nítalo André Farias Machado, José Antonio Delfino Barbosa Filho, Antonio Velarde, Iran José Oliveira da Silva e Marcos Vinícius da Silva. Todos estão vinculados ao IFCE (Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará), conforme indicado no paper. O estudo foi uma colaboração desses pesquisadores do IFCE. O paper não detalha as afiliações específicas de cada autor dentro da instituição, nem suas trajetórias profissionais ou

outras informações biográficas.

PALAVRAS-CHAVE

Crate · Airflow · Computational fluid dynamics · Air movement · Ventilation (architecture) · Relative humidity · Flow (mathematics) · Wind tunnel