UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE - UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS – CCAA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – DEAGRI

INDIARA RIBEIRO GUIMARÃES

FATORES DE CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE: UM ESTUDO DE CASO

São Cristóvão, SE
2024

INDIARA RIBEIRO GUIMARÃES

FATORES DE CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de engenheiro(a) agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Luis Gustavo Figueiredo França.

São Cristóvão, SE
2024

INDIARA RIBEIRO GUIMARÃES

FATORES DE CONFORTO TÉRMICO EM AVIÁRIO DE FRANGO DE CORTE: UM ESTUDO DE CASO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Sergipe como requisito parcial para obtenção do título de engenheiro agrícola.

APROVADO EM: 25 / 10 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br LUIS GUSTAVO FIGUEIREDO FRANCA
Data: 08/11/2024 16:02:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Orientador: Prof. Dr. Luís Gustavo Figueiredo França

Documento assinado digitalmente
gov.br DOUGLAS ROMEU DA COSTA
Data: 08/11/2024 16:26:46-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Avaliador: Prof. Dr. Douglas Romeu da Costa

Documento assinado digitalmente
gov.br THIAGO HERBERT SANTOS OLIVEIRA
Data: 12/11/2024 12:45:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Avaliador: Msc. Thiago Herbert Santos Oliveira

Dedico este trabalho final aos meus avós: Arlinda Leal Guimarães e Leopoldo Martílio Guimarães, que apesar de não estarem mais aqui, certamente vibrariam de alegria com as minhas conquistas.

RESUMO

Este estudo analisou os fatores que influenciam o conforto térmico em aviários de frango de corte, com foco em um aviário no município de Estância, Sergipe. Foram avaliadas as características arquitetônicas dos galpões, como a orientação, distanciamento, localização, o material da cobertura e os sistemas de ventilação, com foto no bem-estar dos animais em relação ao conforto térmico. Constatou-se a presença do paisagismo circundante aos galpões, a utilização de materiais que promovem o isolamento da cobertura, no entanto, devido a questões estruturais, a maior dificuldade da granja é a utilização da ventilação natural, atribuída a fatores como a baixa altura do pé direito, galpões muito largos e relativamente próximos uns dos outros. A dependência de ventilação mecânica, embora eficiente, pode aumentar o consumo energético.

Palavras-chave: Avicultura de corte. Bem-estar animal. Dark house.

ABSTRACT

This study analyzed factors influencing thermal comfort in broiler poultry houses, focusing on a facility in Estância, Sergipe, Brazil. The architectural characteristics of the sheds, such as orientation, spacing, location, roof insulation materials, and ventilation systems, were evaluated in relation to animal welfare and thermal comfort. The presence of surrounding landscaping and insulating materials was noted; however, structural factors, including low ceiling height, excessive width, and close proximity of sheds, limited natural ventilation. Dependence on mechanical ventilation, though efficient, may increase energy consumption.

Keywords: Broiler farming. Animal welfare. Dark house.

SUMÁRIO

I INTRODUÇÃO 8

2 REFERENCIAL TEÓRICO 9

2.1 LOCALIZAÇÃO 11

2.2 ORIENTAÇÃO 11

2.3 DISPOSIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES 12

2.4 CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA 12

2.5 MATERIAIS DOS TELHADOS E BEIRAIS 14

2.6 FACES DA EDIFICAÇÃO 14

2.7 PAISAGISMO CIRCUNDANTE 14

2.8 VENTILAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL 15

2.9 SISTEMA DE RESFRIAMENTO 17

2.10 DENSIDADE DE CRIAÇÃO 19

3 MATERIAL E MÉTODOS 19

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 19

4.1 ORIENTAÇÃO E DISPOSIÇÃO DAS INSTALAÇÕES 19

4.2 MATERIAIS DOS TELHADOS E BEIRAIS 20

4.3 PAISAGISMO CIRCUNDANTE 21

4.4 CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA 21

4.5 INTERIOR DAS INSTALAÇÕES 23

4.6 MONITORAMENTO E CONTROLE DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS 26

5 CONCLUSÃO 32

6 RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS 33

REFERÊNCIAS 33

I INTRODUÇÃO

A avicultura de corte é uma atividade econômica de elevada significância para o PIB brasileiro, afinal o Brasil está entre os maiores produtores mundiais, ao lado dos Estados Unidos e China (ABPA, 2023). O relatório da ABPA 2023 indica que a produção avícola no Nordeste, especialmente em estados como Bahia, Ceará e Pernambuco, tem mostrado crescimento. A região contribui com uma parcela significativa da produção nacional, embora em menor escala que o Sul e o Sudeste. Sergipe também participa da expansão, voltando-se principalmente ao consumo regional e ao abastecimento de mercados locais.

A avicultura brasileira é conduzida, em sua maioria, em galpões abertos e até mesmo sem ambiente controlado, o que evidencia a necessidade de avanços nos processos produtivos. Os fatores térmicos são os que mais afetam a produtividade da avicultura brasileira, pelo fato de o Brasil estar até a faixa 30º de latitude sul, que segundo Tinôco *et al.* (2009) representa a faixa mais quente do planeta e inspira uma maior atenção em relação aos problemas de estresse por calor.

No nordeste brasileiro, a avicultura encontra-se em expansão segundo Santos (2012), e com isso, tornam-se necessários os estudos bioclimáticos com o intuito de fomentar técnicas que favoreçam as necessidades das aves. Especificamente, o estado de Sergipe se destaca em problemas de mortalidade de aves devido ao calor intenso. A temperatura média anual varia entre 23ºC e 26ºC e a média máxima anual entre 29ºC e 32ºC, enquanto a umidade relativa média anual varia de 65 a 80%.

Para lidar com os problemas relacionados ao calor no estado de Sergipe, os avicultores buscaram inserir novos ventiladores e diminuir a densidade de criação (quantidade de animais por metro quadrado), e ainda assim, os resultados não foram significativos (TINÔCO *et al.*, 2009).

O metabolismo e o desempenho produtivo das aves são influenciados pelo ambiente em que estão submetidas. Por se tratar de animais homeotermos, o mecanismo de defesa do animal se diferencia diante das variações na temperatura do ambiente. Portanto, visando promover o conforto térmico e consequentemente uma melhor produtividade por animal, é necessário que sejam adotadas medidas para corrigir os elementos do microclima em que o animal está inserido, em padrões próximos a zona de conforto térmico das aves. Menegali *et al.* (2010) enfatiza que o manejo do ambiente térmico na fase inicial da produção de frangos de corte é fundamental para o desempenho zootécnico das aves.

A zona de conforto térmico apresenta-se quando a temperatura do ambiente é favorável à temperatura constante das aves e atende ao menor gasto de energia para o equilíbrio de sua homeotermia. De acordo com Ferreira (2015) a zona de conforto térmico das aves decresce de 33 ºC, para aves recém-nascidas, até aproximadamente 21 ºC na fase adulta e apresentam maior desempenho produtivo quando a temperatura do ambiente está entre 18 ºC e 26 ºC.

Segundo Tinôco (2001), a produção avícola deve priorizar o condicionamento térmico natural, utilizando sistemas artificiais apenas quando os recursos naturais se mostram insuficientes.

O objetivo geral no presente estudo é analisar os fatores que influenciam o conforto térmico em aviários de frango de corte, com foco na padronização arquitetônica e utilização de sistemas de ventilação para melhorar o bem-estar das aves. Como objetivos específicos buscamos verificar as condições estruturais ideais para o conforto térmico, analisar as características reais da granja e o uso de materiais adequados para o isolamento térmico.

Dessa forma, é necessário determinar a localização, orientação, dimensões da edificação, material de cobertura, inclinação do telhado, assim como o paisagismo circundante, a fim de favorecer nas instalações um ambiente confortável para as aves. Por meio da avaliação da ambiência, dos materiais e dos equipamentos utilizados no aviário visitado, e comparando-os com as recomendações da literatura, serão avaliadas possíveis medidas que podem ser adotadas para favorecer o conforto térmico no interior dos galpões.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As aves podem demonstrar que estão sofrendo estresse calórico por meio do seu comportamento. Elas abrem o bico e aceleram a taxa respiratória para aumentar a perda de calor por evaporação, além de abrirem as asas na tentativa de aumentar a superfície corporal sujeita a perda de calor por convecção (Tinôco *et al.*, 2009).

Lima *et al.* (2020) mencionaram que há uma relação entre a temperatura e a umidade do ar considerada ideal para a manutenção da neutralidade térmica, que forma uma faixa de conforto para as aves e está intimamente relacionada com as suas reações fisiológicas.

"A criação de animais apresenta menores problemas quando estiver localizada à altitudes em torno de 1.000 m" (Ferreira, 2015, p. 54). A temperatura do ar adequada ocorre entre 21 e 27 ºC e a umidade relativa do ar entre 50% e 70% (Silva, 2016).

A temperatura do ar ambiente recomendada para pintinhos nos primeiros dias de vida varia de 30º a 32º C nos primeiros 5 dias e a partir do 6º dia de vida a temperatura sugerida cai

para 28ºC. Para atender essa necessidade de temperatura, são utilizados os círculos de proteção dentro dos galpões, que devem estar prontos antes da chegada das aves para evitar dissipação de calor, principalmente durante o inverno e períodos noturnos (Albino *et al.*, 2014).

Figura 1: Círculo de proteção

Fonte: Cursos CPT.

O círculo de proteção, ou determinada área limitada do galpão, serve para proteger os pintos de correntes de ar e mantê-los próximos da fonte de calor, de água e de alimento, além disso, é necessário observar o comportamento dos animais diante da fonte de calor a fim de realizar a regulagem adequada da temperatura das campânulas (Albino; Moreira, 2016).

Quando as aves ficam afastadas da fonte de calor, indica-se que o ambiente está quente, sendo necessário reduzir a intensidade de calor ou elevar a campânula. Quando estão agrupados sob a fonte de calor, é sinal que estão com frio, portanto é recomendado aumentar o aquecimento. E quando estão agrupados em um lado do círculo, pode significar que há correntes de ar frio, sendo necessário isolar a entrada de ar. Por fim, o ideal é que os animais estejam distribuídos uniformemente em todo o círculo, significando que há conforto para aves, seguindo o bem-estar (Albino *et al.*, 2017).

Para a confecção do círculo de proteção, Albino e Moreira (2016) recomendaram 70 pintinhos para cada m^2 do círculo. Podem ser usadas chapas de Eucatex, de Duratex, de compensado ou folhas metálicas, com 40 a 60 cm de altura, proporcionando uma área

aproximada de 7 m^2 (diâmetro de 3 m), suficiente para 500 aves. Cada círculo deve conter de cinco a seis comedouros “tipo bandeja” e de cinco a seis bebedouros “tipo copo de pressão”, além de uma campânula, que é a fonte de calor (Albino; Moreira, 2016).

O planejamento e a construção das instalações são etapas que influenciam diretamente na qualidade do ambiente em que os animais estarão inseridos, e consequentemente no seu bem-estar e desempenho produtivo. Sendo assim, realizou-se uma revisão de literatura com os principais pontos de cuidados durante essas etapas.

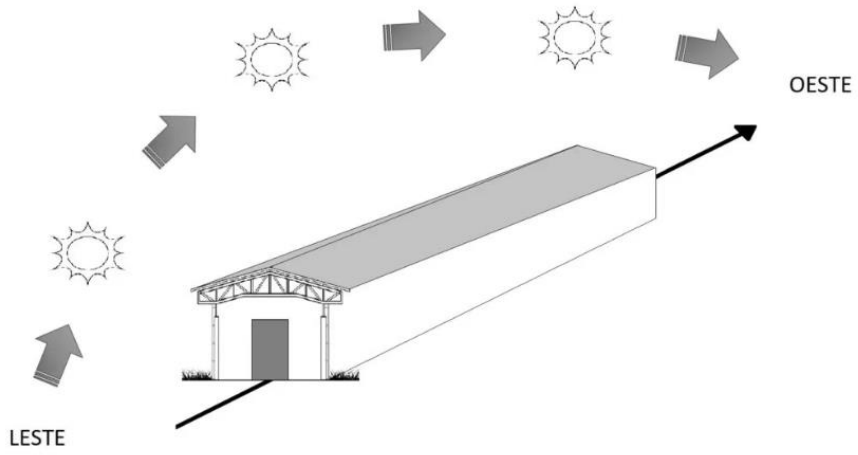
2.1 LOCALIZAÇÃO

O bem-estar animal está diretamente relacionado ao ambiente em que vivem, portanto, podem ser atribuídas algumas premissas para tal, como instalar a granja em terreno elevado, levemente inclinado para evitar riscos de inundações ou excesso de umidade e dispensa de excessivos trabalhos com terraplenagem (Cotta; Ferreira; Ferreira, 2008).

2.2 ORIENTAÇÃO

O sentido da construção, sempre que possível, deve ser Leste-Oeste a fim de reduzir a incidência de raios solares no interior do aviário para reduzir a carga térmica sobre os animais (Figura 2). Além disso, o comprimento do aviário deve ser perpendicular em relação à principal direção do vento provir do Sul ou do Norte, facilitando a ventilação natural (Cotta; Ferreira; Ferreira, 2008).

Figura 2: Orientação recomendada para instalações avícolas.



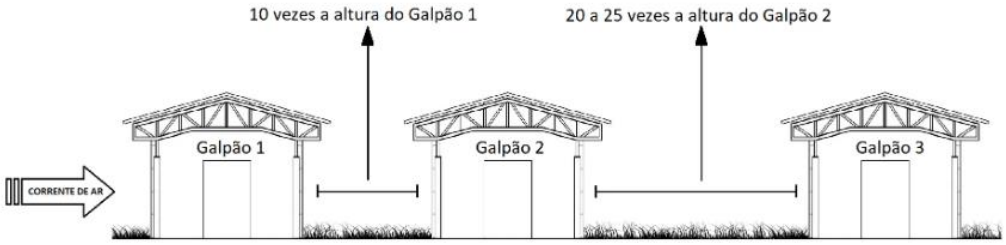
Fonte: https://agroceresmultimix.com.br/blog/instalacao-e-ambiencia-para-aviarios/.

2.3 DISPOSIÇÃO DAS CONSTRUÇÕES

O galpão de aves deve estar afastado de outras instalações, de animais domésticos ou selvagens e de rodovias. Albino e Barreto (2003) sugerem um distanciamento entre a granja e o abatedouro de 5 a 10 km; entre granjas de 3 km; entre os galpões e o limite periférico da propriedade de 200 m; do galpão à estrada 500 m; entre núcleos de diferentes idades 100 m; de 300 m entre recria e produção e entre galpões de mesma idade de 25 a 50 metros.

A distância entre os aviários deve ser suficiente para que a ventilação natural de um não interfira na do outro. Para os dois primeiros aviários alinhados, recomenda-se um espaçamento de 10 vezes a altura da construção (ALBINO *et al.*, 2017). A partir do segundo aviário, essa distância deve aumentar para 20 a 25 vezes a altura da edificação (Figura 3).

Figura 3: Distanciamento recomendado entre instalações avícolas.



Fonte: https://agroceresmultimix.com.br/blog/instalacao-e-ambiencia-para-aviarios/.

2.4 CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA

É importante que o galpão seja simples e funcional, capaz de favorecer um ambiente higiênico, protegido e que possibilite o manejo dos animais como o recebimento de pintinhos, retirada dos animais, fornecimento de ração e água, retirada da cama e desinfecção (Teixeira *et al.*, 2013).

As dimensões do galpão irão depender do número de aves que serão alojadas. O desenho do galpão se apresenta em formato retangular e a densidade sugerida por Albino e Moreira (2016) é de 10 animais/m^2 para regiões quentes.

Para minimizar os problemas relacionados à temperatura elevada, Link (2008) sugeriu que as dimensões horizontais do aviário devem ser suficientes para atender à capacidade de alojamento do lote para uma altura mínima de pé direito de 3 m. A estrutura pode ser pré-moldada de concreto, metálica ou madeira, desde que atenda às exigências de carga a ser recebida da cobertura, que poderá ser em telhas metálicas ou cerâmica. Poderá ser adotado sistema de forro em PVC, bicolor, com a cor preta voltada para baixo e a branca para cima. O

piso interno deve ser preferencialmente de material lavável, impermeável, não liso e o aviário deverá ter portas nas extremidades para facilitar o fluxo interno e as práticas de manejo.

A maior largura deve estar entre 12 e 14 m. Larguras maiores não são desejáveis por dificuldades na engenharia estrutural e de controle das condições térmicas, principalmente da ventilação natural. Larguras muito menores permitem melhor qualidade do ambiente para as aves, porém não reduzem os custos de produção (Cotta, 2012).

Quanto ao comprimento do galpão, considera-se que em torno de 100 m aceitável, chegando-se excepcionalmente ao máximo de 150 m (Cotta, 2012). O pé direito de 3 m é o mais adequado. Alturas menores podem causar problemas de ventilação e impedir a entrada de veículos, e as maiores não trazem vantagens (Cotta, 2012). O quadro 1 apresenta a altura do pé-direito em relação à largura do aviário.

Quadro 1: Determinação do pé-direito em função da largura adotada para o aviário.

Largura do aviário (m)	Pé-direito mínimo em climas quentes (m)
Até 8	2,80
8 a 9	3,15
9 a 10	3,50
10 a 12	4,20
12 a 14	4,90

Fonte: Adaptado de Cotta *et al.*, 2008.

O pé direito deve ser compatível com a largura do galpão. Para galpões de 4,0 m de largura, recomenda-se pé direito de no mínimo 2,4 m, e para cada aumento de 1 m, na largura do galpão, recomenda-se elevação de 0,10 m na altura do pé direito. Os benefícios são fornecer boa iluminação, permitir boa ventilação para a renovação constante de ar dentro das instalações, facilitando a retirada dos gases tóxicos, como a amônia e propiciar bom conforto térmico ao nível das aves (Albino; Barreto, 2003).

O piso do galpão pode ser de chão batido ou cimentado, em ambos os casos, é imprescindível ser coberto por cama de matéria orgânica. A cama poderá ser de 5 a 8 cm de espessura. Podem ser utilizados materiais como maravalha, palha, sabugo de milho triturado, casca de café, capim, casca de cereais, dentre outros (Albino; Moreira, 2016).

No tocante ao conforto térmico para as aves, as camas são importantes para absorver a umidade do piso, evitando o emplastamento; favorecer o bom isolamento do piso, pois esta camada de matéria orgânica possui baixa condutividade térmica, além disso, recomenda-se que o revolvimento da cama ocorra em horário mais fresco a fim de mantê-la seca e fofa (Albino; Moreira, 2016).

É pertinente considerar o dimensionamento das lâmpadas no galpão, visto que, as aves necessitam de certa intensidade de luz (Lúmens/m^2) principalmente nos primeiros dias de vida. Portanto, Albino *et al.* (2014) determina que a distância máxima em metros, entre as lâmpadas é de duas vezes o pé direito da instalação; a distância máxima, em metros, entre as fileiras é duas vezes o pé direito da instalação; a distância em metros das fileiras para a borda do galpão é igual ao pé direito da instalação.

2.5 MATERIAIS DOS TELHADOS E BEIRAIS

O material utilizado na construção de telhados de aviários deve permitir bom isolamento térmico para que a temperatura interna seja menos influenciável à variação climática. As telhas mais utilizadas nos aviários são as de alumínio, cerâmica e fibrocimento. Sugere-se que a face superior da pintura do telhado possua cores claras, pois refletem boa parte da radiação térmica. O forro atua como uma segunda barreira física, a qual permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura que contribui na redução da transferência de calor para o interior da construção (Costa *et al.*, 2012).

2.6 FACES DA EDIFICAÇÃO

Para diminuir os custos das construções recomenda-se que a tela seja utilizada em lugar de alvenaria nas faces maiores, voltadas para direção norte-sul; nessas condições, o uso de cortinas para proteger as aves dos ventos fortes se faz necessárias (Teixeira *et al.*, 2013).

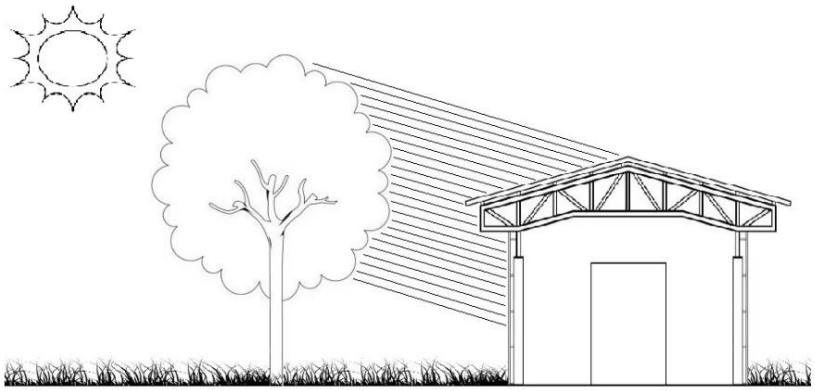
A instalação das cortinas é feita sobre a tela com fechamento de baixo para cima, utilizando roldanas para a regulagem de sua altura com objetivo de oferecer o controle da ventilação natural de acordo com as exigências térmicas para cada fase de desenvolvimento das aves (Albino; Moreira, 2016).

Já nas faces Leste-Oeste, recomenda-se o uso de alvenaria para uma maior proteção contra a radiação solar e o isolamento térmico.

2.7 PAISAGISMO CIRCUNDANTE

Geralmente, os sombreamentos são constituídos por árvores e arbustos na posição perpendicular à trajetória do vento (Figura 4). Agem também como sombreamento parcial e temporário capaz de criar um microclima nos arredores da instalação com temperaturas mais amenas (Albino; Barreto, 2003).

Figura 4: Distanciamento recomendado entre instalações avícolas.



Fonte: https://agroceresmultimix.com.br/blog/instalacao-e-ambiencia-para-aviarios/.

A arborização auxilia no controle da radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento (Costa *et al.*, 2012). As espécies de árvores a serem utilizadas devem reunir as características desejadas, que incluem crescimento rápido, altura adequada para não interferir a ventilação natural, manutenção simples, folhagem densa, profundidade de raízes que não interfira na estrutura das instalações. De acordo com Albino e Barreto (2023) dentre as mais recomendadas pode-se citar a Pinus, Casuarina, Eucalipto, Acácia, Grevilha, Robusta, etc.

De acordo com Coitinho (2019), é recomendável o uso de gramados nas áreas circundantes para reduzir a quantidade de luz solar refletida e o calor que atinge as instalações. Além disso, é sugerido o plantio de árvores altas ao norte das instalações para fornecer sombra sobre o telhado, diminuindo assim a carga térmica radiante que entra no ambiente interno.

Os gramados ao redor das instalações devem ser mantidos sempre baixos, para que toda a área permaneça sempre limpa, evitando a aproximação de ratos e de predadores.

Os quebra-ventos ou renques de vegetação natural são artifícios naturais ou artificiais, destinados a reduzir a ação dos ventos fortes ou muitos frios sobre as construções (Albino; Barreto, 2003).

2.8 VENTILAÇÃO NATURAL E ARTIFICIAL

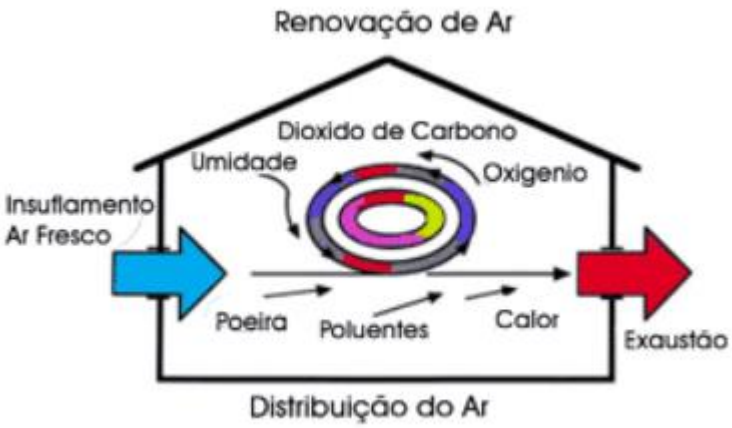
A ventilação é essencial para garantir um ambiente mais salubre para os animais. A má ventilação pode comprometer a saúde das aves, e conforme Cotta (2014) frangos de três semanas de vida sofrem um aumento significativo da viscosidade plasmática quando submetidos a essa condição. De acordo com o referido autor, a insuficiência de O_2 é agravada com condições ambientais extremas, como más condições de ventilação, altitude elevada, excesso de amoníaco ou de poeira e estresse térmico.

De acordo com Tinôco *et al.* (2009), a ventilação natural ocorre por meio do deslocamento das massas de ar atmosféricas, que é a ação do vento. Entretanto, a ação do vento é normalmente ocasional e intermitente e pode ser manejada por meio das cortinas, as quais devem ser abertas nos dois lados do galpão e na direção dos ventos e tem um papel importante na renovação do ar interno.

Como a ventilação natural é dependente de forças naturais, apesar de se tentar aproveitar todo o seu potencial, algumas vezes, torna-se necessário aderir também aos meios de ventilação artificial (TINÔCO *et al.*, 2009).

Os ventiladores e exaustores são utilizados para sistemas de criação intensivo, principalmente em alta densidade. Conforme Albino e Moreira (2016), esses equipamentos auxiliam na remoção da umidade e poeira, além de facilitar a renovação de ar no interior da construção e são imprescindíveis para regiões de clima quente e úmido (Figura 5).

Figura 5: Sistema de ventilação



Fonte: http://www.caramuru.com.br/page5multifanliteraturaambientes.html

Os ventiladores devem ser dispostos de forma a promover o fluxo de ar no sentido da largura do galpão. Como no Brasil, a maioria dos ventos dominantes vem do Sul e os galpões são orientados no sentido Leste-Oeste, normalmente o sentido dos ventos é contrário ao comprimento do galpão (TINÔCO *et al.*, 2009).

Ressalta-se que a ventilação e a densidade populacional também influenciam na presença de gases nocivos no aviário, como a amônia, o sulfeto de hidrogênio e o dióxido de carbono. A geração desses gases é uma característica comum na criação de animais e afeta diretamente o bem-estar das aves, já que compromete o sistema imunológico, reduz o conforto

e desempenho, além de causar irritações e inflamações no sistema respiratório e nos olhos (Lima *et al.*, 2020).

A reutilização da cama em diferentes lotes de aves intensifica a liberação de amônia, resultado do aumento do pH e da umidade devido ao acúmulo de dejetos (Lima *et al.*, 2020). Albino *et al.* (2014) orienta que o manejo das cortinas, utilização de ventiladores e exaustores são ferramentas essenciais para renovar o ar nos galpões comerciais.

De acordo com Coitinho (2019), há dois sistemas de ventilação mecânica: pressão negativa (exaustão) ou pressão positiva (pressurização). No sistema de ventilação por pressão negativa, o ar é extraído do interior do ambiente por exaustores, criando um vácuo parcial que permite a entrada de ar externo.

2.9 SISTEMA DE RESFRIAMENTO

O sistema de resfriamento adiabático evaporativo funciona ao fazer o ar passar por uma superfície úmida, resfriando-o à medida que a água evapora. Existem dois métodos principais para implementar esse sistema: nebulização e uso de placas evaporativas, ambos podendo ser associados à ventilação forçada, seja de pressão positiva ou negativa (Tinôco *et al.*, 2009).

Ventilação por Pressão Positiva: Ventiladores injetam o ar resfriado no galpão por meio de aberturas, distribuindo-o de maneira uniforme (Coitinho, 2019). Ventilação por Pressão Negativa (Sistema Túnel): O ar percorre longitudinalmente o galpão, sendo extraído pela outra extremidade. Esse sistema é ativado quando a temperatura interna atinge 29°C, com cortinas laterais fechadas e nebulizadores acionados (Tinôco *et al.*, 2009).

Nebulização: Consiste na criação de pequenas gotículas de água que evaporam rapidamente ao entrar em contato com o ar, resfriando o ambiente. Esse processo é mais eficiente em condições de ar seco. A eficácia depende do tamanho das gotículas e da posição dos bicos nebulizadores em relação aos ventiladores (Coitinho, 2019).

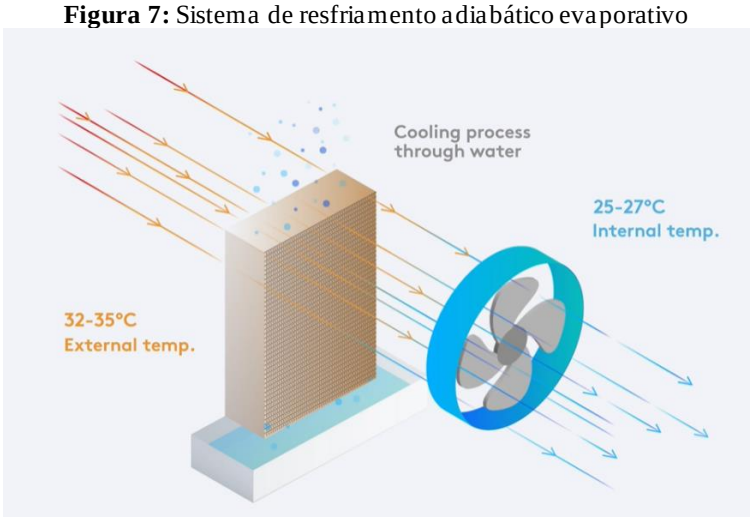
Figura 6: Sistema de nebulização

Fonte: https://bit.ly/3YtzeV2

A ventilação positiva com nebulização pode ser feita de duas maneiras: com ventiladores ao longo do galpão promovendo uma ventilação em modo túnel, ou com ventiladores posicionados transversalmente ao galpão, aproveitando a ventilação natural para aumentar a eficiência (Tinôco *et al.*, 2009).

Placas Evaporativas: As placas de celulose são instaladas do galpão, elas são umedecidas em seguida é o ar forçado a passar através delas, sendo resfriado antes de entrar no ambiente. Isso pode ser feito em combinação com ventilação positiva ou negativa (Tinôco *et al.*, 2009).

Figura 7: Sistema de resfriamento adiabático evaporativo



Fonte: https://art-eco.it/en/evaporative-cooling-eco-friendly-and-natural/

2.10 DENSIDADE DE CRIAÇÃO

A densidade de criação de aves corresponde ao número de animais por metro quadrado de área disponíveis a eles. De acordo com Tinôco *et al.* (2009), criações em alta densidade, podem ultrapassar a 18 aves/m^2, sendo que, em regiões de clima quente, recomenda-se até 10 aves/m^2.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O objeto de estudo deste trabalho foi um núcleo de criação de frangos para corte, composto por três galpões localizado no município de Estância/SE. Foram observadas as características das construções, incluindo suas dimensões, sistemas de proteção e equipamentos. Foi realizada uma visita no dia 20/07/2024, na localidade sob coordenadas geodésicas (- 11.21599, - 37.370918). O aviário se apresenta como um dos mais modernos na produção de frango de corte em Sergipe, razão pela qual foi escolhido como objeto de estudo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 ORIENTAÇÃO E DISPOSIÇÃO DAS INSTALAÇÕES

A figura 8, obtida por um drone Phantom 4 Pro (DJI) ilustra uma vista aérea detalhada dos três galpões da granja de frango de corte. Foram destacadas as dimensões dos galpões, cada um com 20 metros de largura e 150 metros de comprimento, e o distanciamento entre eles é de 20 metros. Segundo Cotta (2012) larguras maiores que 14 metros dificultam a ventilação natural, enquanto o comprimento está no seu limite máximo de acordo com o autor. As medidas foram descritas por meio do software QGIS através do Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS).

Figura 8: Ortomosaico.

Fonte: Arquivo pessoal.

Os galpões estão dispostos levemente inclinados na direção Leste-Oeste, o que faz com que a trajetória aparente do sol no céu passe sobre a cumieira dos galpões, o que contribui para reduzir a intensidade da radiação solar direta nas laterais e no interior das instalações.

Os galpões foram construídos com uma distância entre eles de 20 metros, no entanto, Albino *et al.* (2017) observa que esse distanciamento pode desfavorecer a ventilação natural e neste caso, conforme o autor o distanciamento deveria ser de no mínimo 10 vezes a altura do pé-direito entre os dois primeiros galpões, o que corresponde a 28 metros, e de 20 vezes o pé-direito entre os demais, correspondendo a no mínimo a 56 metros. Tanto para o favorecimento da ventilação natural, quanto para a redução do risco de contaminação por patógenos entre as instalações. O pé-direito das edificações são em torno de 2,8 metros.

4.2 MATERIAIS DOS TELHADOS E BEIRAIS

O telhado é composto por uma combinação de telha metálica (figura 12) e uma placa isolante na parte interna que funciona como um forro. A telha metálica reflete boa parte da radiação solar que incide sobre a cobertura, ajudando a reduzir o aquecimento das estruturas e mantendo uma temperatura mais estável no interior do galpão. Já as placas isolantes dificultam a transmissão do calor absorvido pela telha para o interior da edificação.

4.3 PAISAGISMO CIRCUNDANTE

Quando observada lateral do galpão (figura 9) percebe-se o alinhamento de árvores ao redor da construção. Essas árvores foram estrategicamente dispostas para contribuir com o sombreamento natural, o que auxilia na redução da radiação solar direta sobre as laterais e parte de sua cobertura.

Figura 9: paisagismo circundante.

Fonte: Arquivo pessoal.

Além disso, observa-se a presença de vegetação entre as edificações, que também desempenha um papel importante na melhoria do microclima, reduzindo a absorção excessiva da radiação solar pelo solo e reduzindo sua reflexão para as instalações.

4.4 CONCEPÇÃO ARQUITETÔNICA

A figura 10 mostra a lateral do galpão, destacando suas principais características estruturais. Observou-se que a altura do pé-direito é de aproximadamente 2,8 metros. Já o beiral de 70 cm, favorece a proteção contra chuva e reduz a radiação solar no interior das instalações.

Figura 10: lateral do galpão.

Fonte: Arquivo pessoal.

Quanto ao pé-direito da edificação, segundo Albino e Barreto (2003), para as instalações com essa largura (20m), o recomendado seria uma altura de 5,6 metros o que contribuiria para a ventilação natural. Entretanto, como esta recomendação não é atingida, ocorre o comprometimento da ventilação natural, podendo ter sido um dos fatores que levaram a granja a optar pelo sistema de ventilação totalmente mecanizado, que é realizado durante 24 horas por dia, podendo elevar o gasto com energia.

A mureta lateral com altura em torno de 40 cm, está destacada na figura 11, ela contribui para o isolamento térmico, ajudando a bloquear correntes de ar mais frias próximas ao solo e protegendo as aves contra intempéries climáticas, principalmente quando os animais estão mais novos e requerem uma temperatura ambiente elevada. Além de evitar a entrada de umidade do solo externo.

Figura 11: Mureta.

Fonte: Arquivo pessoal.

Além disso, as cortinas laterais estão fixas na mureta e estende-se por toda a lateral, desde a base até o telhado, o avario não adota como manejo abaixar as cortinas para possibilitar a ventilação natural, restando apenas a utilização da ventilação mecânica.

4.5 INTERIOR DAS INSTALAÇÕES

Esta destacada na figura 12, o interior do galpão que abrigava 20.000 aves com 46 dias de vida no referido dia da visita. As outras duas unidades possuíam respectivamente 4.000 aves (com 52 dias) e 16.000 aves (com 49 dias), isto porque a retirada dos frangos ocorre gradualmente, ou seja, depende da demanda dos compradores.

Figura 12: Densidade de aves

Fonte: Arquivo pessoal.

Analisando-se a densidade de criação adotada nos galpões, nota-se que está em conformidade com o sugerido por Tinôco *et al.* (2009) que recomenda 10 aves/m^2em locais de clima quente.

Mesmo com a retirada gradual dos animais, a densidade de criação não diminui, pois à medida que as aves vão sendo retiradas, também são instaladas barreiras que reduzem a área de movimentação delas no interior do galpão.

Estão destacadas na figura 13, as barreiras físicas instaladas no interior do galpão, utilizadas para organizar e distribuir as aves de maneira uniforme. Essas barreiras ajudam a limitar o deslocamento das aves a fim de evitar a superlotação em determinadas áreas.

Figura 13: Barreiras físicas para distribuir aves

Fonte: Arquivo pessoal.

Ao controlar a movimentação das aves, essas barreiras contribuem para uma melhor gestão da densidade no galpão, facilitando o manejo e promovendo o bem-estar animal, pois evitam o acúmulo das aves em regiões especificas, reduzem a competição por determinadas áreas e limitam a movimentação excessiva dos animais. O uso dessas divisórias é fundamental para manter a distribuição equilibrada das aves, evitando estresse e garantindo o acesso adequado aos recursos disponíveis.

A cama do aviário é preenchida com pó de serra, um material que auxilia no controle da umidade e contribui para o conforto das aves ao proporcionar uma superfície adequada para sua acomodação.

A figura 14 mostra o interior do galpão durante o período de limpeza e vazio sanitário, uma prática essencial para a biossegurança na criação de frangos de corte pois visa evitar que possíveis patógenos de um lote de animais sejam transmitidos para o lote seguinte.

Figura 14: Interior do galpão em vazio sanitário

Fonte: Arquivo pessoal.

Após cada ciclo de criação, toda a cama do galpão é organizada em quatro pilhas no centro do galpão e a unidade é lavada com desinfetante. A limpeza abrange todos os componentes do aviário, como comedouros e cortinas. Após a lavagem, é aplicada uma solução de cipermetrina, e a cama é umedecida e coberta com lona para fermentar durante seis a sete dias. Após esse período, a cama é quebrada com um batedor, e as penas são queimadas. É aplicado cipermetrina em pó para controle de pragas, como o cascudinho, e as linhas de água (nipos) também são limpas, preparando o galpão para o próximo lote.

4.6 MONITORAMENTO E CONTROLE DAS CONDIÇÕES TÉRMICAS

Dentro das instalações, existem sondas de temperatura e umidade instalada (figura 15). Esse dispositivo tem a função de medir com precisão fatores climáticos, como temperatura e umidade relativa do ar. Os dados obtidos pela sonda são utilizados para monitorar o ambiente e realizar ajustes no sistema de ventilação e resfriamento, visando manter o conforto térmico ideal para as aves.

Figura 15: Sonda de Temperatura e Umidade

Fonte: Arquivo pessoal.

Na figura 16 está destacado o visor da Smaai, sistema responsável pelo monitoramento das condições ambientais dentro do galpão. O dispositivo fornece dados de temperatura interna e externa, umidade relativa, e fornece um contador para atualizar diariamente a idade das aves. Essas informações são essenciais para garantir que a ventilação e o sistema de controle térmico sejam ajustados conforme as necessidades do ambiente, promovendo o conforto e o bem-estar das aves. Os sensores coletam os dados em tempo real, facilitando a tomada de decisões para manter o ambiente estável.

Figura 16: Visor com dados do clima

Fonte: Arquivo pessoal.

Essa medição é essencial em regiões de clima quente, onde o controle adequado do microclima contribui diretamente para o bem-estar e produtividade das aves. A partir dos dados coletados pelos sensores de temperatura e umidade relativa e a idade que as aves estão, o sistema de aquecimento ou resfriamento pode ser acionado, de acordo com as necessidades dos animais.

Em momentos de entrada dos animais no galpão (pintinhos de 1 dia) normalmente ocorre a necessidade de utilização de fornos a lenha para atender as temperaturas de conforto requerida pelos animais.

Na figura 17 está representado um dos fornos a lenha, cada galpão possui um, que é utilizado principalmente nas fases iniciais de crescimento, quando a temperatura interna deve permanecer entre 32°C e 34°C. Os fornos, localizados estrategicamente na extremidade do galpão, asseguram que o calor seja distribuído de maneira uniforme através de dutos, a fim de manter a temperatura ideal e evitar oscilações térmicas que possam afetar a saúde e o bem-estar das aves.

Figura 17: Fornos

Fonte: Arquivo pessoal.

Os fornos a lenha utilizam um sistema de aquecimento indireto, onde o calor é gerado de maneira controlada e distribuído para o galpão sem exposição direta das aves à fumaça. Esse processo é realizado através de tubos conectados aos fornos que conduzem o calor até o interior do galpão, promovendo a troca de calor de forma segura e eficiente.

As turbinas de distribuição do calor, são acionadas automaticamente por meio de uma programação ajustada de acordo com as necessidades dos pintos, especialmente nos primeiros dias de vida. O sistema funciona até os 14 ou 15 dias iniciais, sendo controlado por uma sonda, como a demonstrada na figura 15, que realiza a leitura da temperatura e umidade do ambiente.

Antes da chegada das aves, os fornos são ligados por 12 horas para aquecer a cama a uma temperatura ideal de 32 a 33°C. Além disso, os exaustores são ativados nesse período para garantir a circulação de ar, fundamental para o bem-estar das aves (ventilação mínima). O sistema é ajustado de forma gradativa: os exaustores são ligados de acordo com a necessidade; eles começam funcionando parcialmente, e mais unidades são acionadas conforme a demanda,

sendo que mesmo em períodos de menor demanda, pelo menos um exaustor permanece em operação contínua, garantindo a troca de ar.

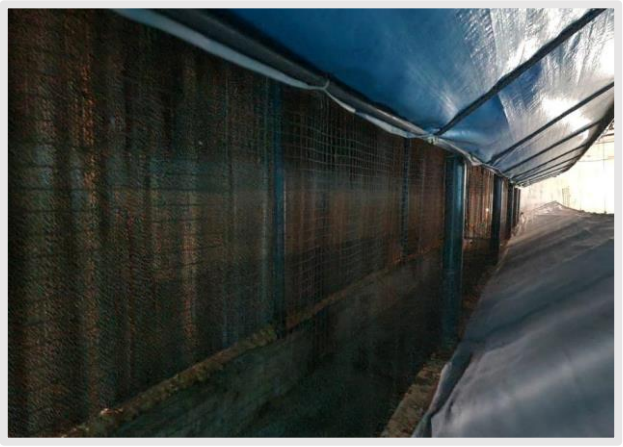
À medida que o tempo vai passando ocorre a redução das faixas de temperatura para o conforto térmico. Em caso da necessidade de redução da temperatura ambiente, os exaustores são ativados de forma graduação, podendo funcionar em conjunto com as placas evaporativas que compõem o sistema de resfriamento adiabático evaporativo. Dessa forma, a sonda monitora continuamente as condições internas do galpão e ajusta o funcionamento dos fornos e exaustores automaticamente.

As figuras 18 e 19 mostram o sistema de resfriamento adiabático evaporativo, tanto na área externa quanto na área interna do galpão. Na área externa, as placas evaporativas são instaladas nas laterais do galpão. O processo de resfriamento ocorre quando o ar quente externo é puxado para dentro e passa pelas placas umedecidas.

Figura 18: Placas evaporativas (área externa)

Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 19: Placas evaporativas (área interna)



Fonte: Arquivo pessoal.

À medida que o ar atravessa essas placas, a água que circula nas placas evapora, absorvendo o calor do ar. Esse processo, conhecido como resfriamento adiabático evaporativo, reduz a temperatura do ar antes de entrada no galpão.

Os exaustores instalados no galpão (figura 20), são elementos fundamentais para o controle da ventilação e renovação do ar no ambiente interno. Esses exaustores são responsáveis por remover o ar quente e úmido do interior do galpão, facilitando a entrada de ar fresco. Ao todo são 12 exaustores em cada galpão, que ficam em funcionamento durante todo o dia.

Figura 20: Exaustores

Fonte: Arquivo pessoal.

O sistema de exaustão garante a circulação adequada de ar, o que é crucial para manter a temperatura e a umidade sob controle. A granja utiliza um sistema de ventilação por pressão negativa, onde os exaustores são acionados de acordo com a temperatura interna do galpão. O comportamento dos pintos é monitorado para ajustar a programação, assegurando o conforto térmico das aves.

Está destacado na figura 21(a) o sistema de nebulização no galpão, que faz parte do sistema de resfriamento adiabático evaporativo, e é essencial para o controle da temperatura do ambiente. A nebulização interna libera uma névoa fina de água que, ao evaporar, absorve o calor do ar, diminuindo a temperatura interna.

Já na figura 21(b) foi evidenciado o uso de óleo essencial no galpão. A aplicação de óleos essenciais tem como objetivo melhorar a qualidade do ar, com propriedades antimicrobianas que ajudam a combater possíveis patógenos no ambiente. Além disso, os óleos essenciais possuem efeitos calmantes, reduzindo o estresse das aves e promovendo um ambiente mais saudável e equilibrado.

Figura 21: (a) nebulização interna, (b) óleo essencial

Fonte: Arquivo pessoal.

O sistema de nebulização tem como objetivo o resfriamento do ar, o que é crucial em regiões de clima quente, no entanto, este sistema é mais eficiente em regiões com baixa umidade relativa do ar, por isso, para o seu uso, é necessário se ater aos dados de umidade, em situações em que este parâmetro esteja elevado, o acionamento da nebulização, pode molhar os animais, equipamentos e a cama.

5 CONCLUSÃO

Foi observado que os galpões estão orientados de forma adequada no sentido Leste-Oeste, além disso existe um paisagismo circundante, com espécies vegetais rasteiras entre as instalações e árvores em suas laterais, o que reduz os efeitos da alta radiação solar.

As construções apresentam dimensões e características que limitam o uso da ventilação natural, principalmente em relação as dimensões de largura excessivas das instalações e a baixa altura do pé-direito. Outra característica em desacordo com as recomendações da literatura que dificulta a ventilação natural é a proximidade das instalações.

Como manejo, visando superar uma ventilação natura deficiente, a granja faz uso de forma integral da ventilação artificial, com exaustores e mantendo as cortinas laterais sempre fechadas. Assim, também é necessário a utilização de iluminação artificial, mesmo durante o dia, fatores que pode elevar o gasto com energia.

6 RECOMENDAÇÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir deste estudo, como sugestão para futuros trabalhos, recomenda-se a realização de um mapeamento térmico da instalação, para elucidar a variação real da temperatura e umidade relativa do ar dentro desta instalação específica, e assim, determinar a eficiência das ações de controle da temperatura no interior das construções, gerando um arcabouço real de dados para inferir sobre as condições de conforto térmico destas aves.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório Anual 2023**. São Paulo: ABPA, 2023. Disponível em: https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf. Acesso em: 20 out. 2024.

ABREU, P.G. de; ABREU, V.M.N. **Ventilação na avicultura de corte**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 50p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58306/1/doc63.pdf. Acesso em: 28 set. 2024.

ALBINO, Luiz Fernando T.; MOREIRA, Pedro. **Criação de Frango e Galinha Caipira**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2016. 401 p.

ALBINO, Luiz Fernando Teixeira *et al.* **Galinhas poedeiras:** criação e alimentação. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 376 p.

ALBINO, Luiz Fernando Teixeira *et al.* **Produção e nutrição de frangos de corte**. 2 ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017, 360 p.

ALBINO, Luiz Fernando Teixeira; BARRETO, Sérgio Luiz de Toledo. **Criação de codornas para produção de ovos e carne**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 268 p.

COITINHO, Tatiane Barbosa. **Suinocultura e avicultura**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2019. 216 p.

COSTA, Elvania Maria da Silva; DOURADO, Leilane Rocha Barros; MERVAL, Ramon Rêgo. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **Pubvet**, v. 6, n. 31, p. 1-20, set. 2012. Editora MV Valero. Disponível em: https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/1947. Acesso em: 12 fev. 2024.

COTTA, Tadeu. **Alimentação de aves**. 2 ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2014. 183 p.

COTTA, Tadeu. **Frangos de corte:** criação, abate e comercialização. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2012. 243 p.

COTTA, Tadeu; FERREIRA, Rozimar Gomes da Silva; FERREIRA, Danielle Gomes da Silva. **Produção de Frangos de Corte**. Viçosa, MG: CPT, 2008. 312 p.

FERREIRA, Rony Antonio. **Maior produção com melhor ambiente:** para aves, suínos e bovinos. Viçosa, Aprenda Fácil, 2015. 526 p.

LIMA, Thais Fernandes; STELLA, Ariel Eurides; SILVA, Flávio Barbosa da; PÁDUA, Gracielle Teles. Bem-estar animal: caracterização da ambiência e do manejo na produção e abate de frangos de corte. **Veterinária e Zootecnia**, Botucatu, v. 27, p. 1-15, 4 nov. 2020. Disponível em: https://rvz.emnuvens.com.br/rvz/article/view/487. Acesso em: 16 jul. 2024.

LINK, Jade Varaschim. **Cadeia produtiva da suinocultura e da avicultura**. Indaial: Uniasselvi, 2008. 208 p.

LOREDO, Daniel Freitas; MENDES, Eliza Mara; MONTEIRO, João Vieira. **Produção e avaliação da avicultura de corte no sistema Dark House. In: VIII Congresso de Trabalhos de Graduação**. Faculdade de Tecnologia de Mococa, v. 8, n. 2, p. 1-18, 2021. Disponível em: https://congresso.fatecmococa.edu.br/index.php/congresso/article/download/342/90/594. Acesso em: 07 out. 2024.

MARTINS, Gilberto de Andrade. **Estudo de Caso:** uma Estratégia de Pesquisa. 2. ed. 2. reimpr. São Paulo: Atlas, 2008.

MENEGALI, Irene *et al.* Desempenho produtivo de frangos de corte em diferentes sistemas de instalações semiclimatizadas no sul do Brasil. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, Viçosa, v. 18, n. 6, p. 461-471, 13 dez. 2010. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/179. Acesso em: 17 jul. 2024.

SANTOS, Gleicianny de Brito. **Estudo bioclimático do estado de Sergipe para a avicultura**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2012. Disponível em: https://ri.ufs.br/jspui/handle/123456789/6376. Acesso em: 11 fev. 2024.

SILVA, Sebastião. **Comportamento e bem-estar de animais:** a importância do manejo adequado para animais de produção. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2016. 310 p.

TEIXEIRA, Luiz Fernando Albino; VIEIRA, Rodolfo Alves; SILVA, Edney Pereira. **Criação de frango e galinha caipira:** sistemas alternativos de criação de aves. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2013. 310 p.

TINÔCO, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Avicultura Industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 3, n. 1, p. 01-26, jan. 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbca/a/zMWbLZvRSnhc5DjcZC59xvt/#. Acesso em: 12 fev. 2024.

TINÔCO, Ilda Ferreira; RESENDE, Patrícia Lacerda; FERREIRA; Rozimar Gomes da Silva; FERREIRA, Danielle Gomes da S. **Produção de Frango de Corte de Alta Densidade**. 237 p. Viçosa, CPT, 2009.