

OTIMIZAÇÃO AMBIENTAL EM AVIÁRIO PARA POEDEIRAS: INTEGRAÇÃO DE VENTILAÇÃO FORÇADA E ORIENTAÇÃO SOLAR

ENVIRONMENTAL OPTIMIZATION IN LAYER HOUSING: INTEGRATION OF FORCED VENTILATION AND SOLAR ORIENTATION

OPTIMIZACIÓN AMBIENTAL EN GALPÓN PARA PONEDORAS: INTEGRACIÓN DE VENTILACIÓN FORZADA Y ORIENTACIÓN SOLAR

Humberto Dias Vianna¹; Rafael Junqueira Moro²; Daniel de Castro Maciel³; Gabrielly Amaral Cespedes Fioravanti⁴

¹Universidade Federal de Pelotas; hdvianna@ufpel.edu.br

²Universidade Federal de Pelotas; rafaelj.moro@hotmail.com

³Universidade Federal de Pelotas; daniel.maciel@ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Pelotas; gabriellyamaral.zootec@gmail.com

Resumo: A produção animal moderna enfrenta desafios relacionados ao bem-estar das aves, especialmente devido ao estresse térmico, que compromete a produtividade e pode ser fatal. No Brasil, a produção de ovos cresceu desde a década de 1970, mas a criação de poedeiras ainda é majoritariamente realizada em gaiolas, diferentemente da União Europeia, onde há maior preocupação com o bem-estar animal. Para enfrentar esse problema, foi projetado um aviário em Pelotas, Rio Grande do Sul, visando ao conforto térmico das aves, que possuem baixa eficiência na troca de calor. O projeto adota ventilação forçada e orientação solar estratégica para reduzir o calor no verão, além de iluminação planejada para o conforto lumínico. A estrutura foi desenvolvida com softwares gratuitos, como o Analysis SOL-AR, e comporta 1.125 aves. O design inclui um pé-direito de 3,5 m, muretas de 0,5 m, treliças Pratt e lanternim para facilitar a ventilação. A iluminação artificial utiliza lâmpadas LED de 2W, e os sistemas de alimentação e hidratação são automatizados. Para o bem-estar das aves, serão instalados 16 poleiros e 16 módulos de ninhos, cada um contendo 10 unidades. Esse projeto representa um avanço para os produtores locais, podendo servir de referência para futuras iniciativas na região. A expectativa é que contribua para a melhoria das condições de criação de aves poedeiras no Brasil, promovendo um modelo mais sustentável e alinhado às exigências de bem-estar animal.

Palavras-chave: Ambiência. Avicultura. Construções rurais. Produção animal.

Abstract: Modern animal production faces challenges related to poultry welfare, particularly due to thermal stress, which compromises productivity and can be fatal. In Brazil, egg production has grown since the 1970s, but laying hens are still predominantly raised in cages, unlike in the European Union, where greater emphasis is placed on animal welfare. To address this issue, a poultry house was designed in Pelotas, Rio Grande do Sul, focusing on thermal comfort for birds, which have low heat-exchange efficiency. The design incorporates forced ventilation and strategic solar orientation to reduce summer heat, along with planned lighting for visual comfort. The structure was developed using free software such as Analysis SOL-AR and accommodates 1,125 birds. The design features a 3.5-m ceiling height, 0.5-m side walls, Pratt trusses, and a ridge vent to enhance airflow. Artificial lighting uses 2W LED bulbs, and feeding and hydration systems are automated. To ensure bird welfare, 16 perches and 16 nesting modules (each with 10 units) will be installed. This project represents an advancement for local producers and may serve as a reference for future initiatives in the region. It is expected to improve laying-hen farming conditions in Brazil, promoting a more sustainable model aligned with animal welfare standards.

Key words: Ambience. Poultry farming. Rural buildings. Animal production.

Resumen: La producción animal moderna enfrenta desafíos relacionados con el bienestar de las aves, especialmente debido al estrés térmico, que compromete la productividad y puede ser fatal. En Brasil, la

producción de huevos ha crecido desde la década de 1970, pero la cría de ponedoras aún se realiza mayoritariamente en jaulas, a diferencia de la Unión Europea, donde existe una mayor preocupación por el bienestar animal. Para enfrentar este problema, se diseñó un gallinero en Pelotas, Rio Grande do Sul, con el objetivo de garantizar el confort térmico de las aves, que presentan baja eficiencia en el intercambio de calor. El proyecto adopta ventilación forzada y una orientación solar estratégica para reducir el calor en verano, además de una iluminación planificada para el confort lumínico. La estructura fue desarrollada con software gratuito, como Analysis SOL-AR, y tiene capacidad para 1.125 aves. El diseño incluye una altura de 3,5 m, muros de 0,5 m, cerchas tipo Pratt y un tragaluz para facilitar la ventilación. La iluminación artificial utiliza lámparas LED de 2W, y los sistemas de alimentación e hidratación son automatizados. Para el bienestar de las aves, se instalarán 16 perchas y 16 módulos de nidos, cada uno con 10 unidades. Este proyecto representa un avance para los productores locales y puede servir como referencia para futuras iniciativas en la región. Se espera que contribuya a mejorar las condiciones de cría de aves ponedoras en Brasil, promoviendo un modelo más sostenible y alineado con las exigencias de bienestar animal.

Palabras clave: Ambiência. Avicultura. Construcciones rurales. Producción animal.

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os avanços na genética animal impulsionaram um aumento significativo na produtividade avícola. No entanto, este progresso veio acompanhado da redução dos espaços destinados às aves, intensificando os desafios relacionados ao bem-estar animal. A combinação desses fatores, aliada às práticas de manejo em sistemas intensivos, gerou debates sobre a ética na produção animal, tornando o tema objeto de estudo de diversos pesquisadores (HÖTZEL et al., 2010). A abordagem científica do bem-estar animal consolidou suas bases técnicas ao longo dos últimos cinquenta anos, impulsionando reflexões sobre a sustentabilidade da avicultura industrial (CARVALHO, 2019). Pesquisas indicam que o sistema convencional apresenta limitações em aspectos como desempenho das aves, comportamento, estresse térmico e qualidade dos ovos, quando comparado a modelos alternativos, como o sistema de criação em cama com aves soltas (SILVA, 2019).

Os sistemas alternativos de criação, baseados nos princípios do bem-estar animal, podem ser classificados em cage-free, free-range e colonial. Nessas modalidades, busca-se garantir o cumprimento das Cinco Liberdades de Brambell, que asseguram condições adequadas para os animais. Essas liberdades incluem: liberdade nutricional, que garante acesso contínuo a água e alimentação de qualidade em quantidades adequadas; liberdade sanitária, relacionada à ausência de doenças e ferimentos; liberdade ambiental, que se refere à adequação das instalações para o conforto dos animais; liberdade comportamental, assegurando um ambiente que permita a expressão natural do comportamento da espécie; e liberdade psicológica, que implica a ausência de medo e estresse (MOLENTO, 2006).

Independentemente do tipo de manejo ou do porte da criação, é fundamental garantir o conforto térmico das aves. Como animais homeotérmicos, são capazes de manter a temperatura corporal constante, desde que a temperatura ambiental permaneça dentro da sua zona de homeotermia (MELO et al., 2016). No entanto, variações além dessa faixa de conforto podem desencadear alterações fisiológicas e comportamentais. Por isso, é essencial

conhecer os limites ideais de temperatura e umidade relativa do ar que asseguram o bem-estar das aves. Quando expostas a temperaturas inadequadas, elas podem sofrer estresse térmico, comprometendo sua saúde e desempenho produtivo (BROOM e MOLENTO, 2004).

O estresse térmico afeta negativamente o funcionamento fisiológico das aves, resultando na redução da ingestão de alimentos e na diminuição das atividades físicas. Além disso, compromete a produção, levando à queda na quantidade de ovos, à redução do peso corporal e à piora na qualidade dos ovos (LARA e ROSTAGNO, 2013).

As aves não possuem glândulas sudoríparas e apresentam uma capacidade limitada de troca térmica latente. Como consequência, tendem a reter mais calor, tornando-se altamente suscetíveis ao estresse térmico e, em casos extremos, à morte quando expostas a temperaturas elevadas (TEIXEIRA e BAIÃO, 2012). Aproximadamente 80% da energia obtida pela ave por meio da alimentação é utilizada para o controle fisiológico, garantindo a manutenção da homeotermia. Apenas os 20% restantes são direcionados à produção. Por isso, manter as aves dentro da zona de conforto térmico é essencial para otimizar o desempenho produtivo.

A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores essenciais para o conforto térmico das aves, pois a umidade intensifica a sensação térmica e influencia diretamente o sistema termorregulador. Altos níveis de umidade dificultam a dissipação do calor interno pelas vias respiratórias, aumentando a frequência respiratória e, conseqüentemente, comprometendo o desempenho produtivo das aves (OLIVEIRA et al., 2006).

Em regiões onde o verão apresenta alta umidade relativa, acima de 75%, como em Pelotas, Rio Grande do Sul-Brasil, onde a temperatura máxima média atinge cerca de 30 °C e a umidade relativa do ar supera 77,4%, torna-se essencial o uso de equipamentos para controle térmico nos aviários, a fim de garantir o conforto das aves (ABREU e ABREU, 2011). A adoção de técnicas e equipamentos de condicionamento térmico ambiental minimiza os impactos negativos de fatores climáticos adversos, permitindo melhor desempenho produtivo das aves.

Para a implementação dessa solução, a ventilação desempenha um papel essencial no sistema de controle ambiental em diferentes tipos de instalações, tanto na produção animal quanto vegetal. Sua principal função é promover a troca térmica entre o ambiente interno e externo, garantindo condições adequadas para os animais (VILELA et al., 2020). Além disso, a ventilação é fundamental para a renovação do ar nos aviários, contribuindo para o equilíbrio da umidade e a eliminação de gases tóxicos, como amônia e dióxido de carbono, além de poeira, microrganismos e odores indesejáveis (YANAGI JÚNIOR, 2006; BAÊTA e SOUZA, 2010; ABREU e ABREU, 2011; ALBINO et al., 2017).

Uma das estratégias para promover a ventilação nos aviários é o aproveitamento dos ventos locais, complementado pela ventilação mecânica. O vento, definido como o deslocamento das massas de ar, atua como um importante agente na dissipação do calor metabólico das aves por meio da convecção. Embora não reduza diretamente a temperatura do ar, o vento favorece a troca de calor, melhora a sensação térmica dos animais, auxilia na

remoção do calor produzido por eles e contribui para o controle da umidade no ambiente (ABREU e ABREU, 2000; FERREIRA, 2016).

A movimentação de massas de ar pode ocorrer de duas formas: natural (espontânea) e artificial. A espontânea pode ocorrer por diferença de pressão causada pela força do vento, chamada de ventilação dinâmica, ou por diferença de temperatura, chamada de ventilação térmica. A ventilação artificial é produzida por ventiladores e exaustores, sendo classificada em sistemas de pressão negativa, e sistemas de pressão positiva ou pressurização (ABREU e ABREU, 2000; BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010).

No interior dos aviários o ar flui sempre de um ponto de alta pressão para um ponto de baixa pressão, ocasionando o escalonamento das pressões internas do galpão. Na ventilação térmica, as diferenças de temperatura interna e externa provocam variações de densidade do ar no interior dos aviários, sendo que o ar quente tende a mover-se para locais mais altos e o ar frio tende a descer, formando um gradiente vertical de pressão. Esse efeito é conhecido como efeito chaminé, (ABREU e ABREU, 2000).

A ventilação natural é mais eficiente quando aproveitada por meio de aberturas laterais, posicionadas nas direções de barlavento e sotavento. Essas aberturas podem ser instaladas no nível do telhado ou acima dele, na forma de exaustão de cumeeira, que se baseia no princípio de que a velocidade do ar é maior nessa região, reduzindo a pressão e promovendo a sucção do ar interno. Esse sistema pode ser utilizado para criar pontos de exaustão em espaços amplos, complementando a ventilação das janelas e aumentando significativamente a movimentação do ar (BAKER, 1987; BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2010).

No lanternim, a abertura na parte superior do telhado é essencial para garantir uma ventilação adequada. Esse sistema aproveita o efeito chaminé, que promove a renovação contínua do ar, contribuindo para um ambiente mais confortável. Outra estratégia eficiente para reduzir a carga térmica em períodos quentes é a ventilação do ático, que consiste na renovação do ar entre a cobertura e o forro, auxiliando no controle da temperatura interna (ABREU e ABREU, 2000).

A ventilação artificial é gerada por equipamentos como exaustores e ventiladores, sendo aplicada quando as condições naturais não garantem uma movimentação adequada do ar ou uma redução eficiente da temperatura. No sistema de pressão negativa, os exaustores removem o ar interno, criando um vácuo parcial dentro da instalação, o que favorece a entrada de ar externo. Já no sistema de pressurização, o processo ocorre de forma inversa: ventiladores forçam a entrada de ar externo para dentro da instalação, garantindo a renovação do ambiente (ABREU e ABREU, 2000).

Os ventos, dentro de determinados limites de velocidade, desempenham um papel importante na redução do estresse térmico das aves, favorecendo a produção. Estudos indicam que ventos com velocidades de até $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ têm um efeito positivo na produção de ovos em dias quentes (RUZAL et al., 2011). Além disso, em aviários equipados com ventilação tipo túnel, onde as aberturas permanecem fechadas para direcionar o fluxo de ar em uma única direção, a combinação desse sistema com nebulização mantém a temperatura interna

entre 23 e 29°C, tornando-se uma estratégia eficiente para o conforto térmico das aves (SARAZ et al., 2013).

A orientação do aviário varia conforme a região e deve ser determinada com base em um estudo prévio dos ventos predominantes e da geometria solar do local. Para isso, podem ser utilizadas rosas dos ventos, cartas solares, simulações computacionais ou modelos físicos, permitindo a escolha da melhor posição para otimizar a iluminação e a ventilação natural, garantindo o conforto térmico das aves. Em aviários de grande porte, onde há um número elevado de aves, o controle das condições ambientais, especialmente da temperatura, torna-se mais rigoroso, exigindo a aplicação de múltiplas estratégias de ventilação (SOUZA et al., 2017). As aberturas laterais desempenham um papel fundamental na ventilação e na iluminação natural; no entanto, para um controle eficiente dessas variáveis, é essencial a instalação de cortinas externas, que regulam a entrada de luz e a intensidade do fluxo de ar.

A ausência de forro na cobertura dos aviários compromete o conforto térmico interno, especialmente em regiões de clima tropical. Para garantir condições adequadas, a cobertura deve contar com forro associado a materiais isolantes térmicos, enquanto o telhado deve apresentar baixa condutividade térmica e alta resistência às intempéries. Além disso, a aplicação de pintura em cores claras, que possuem alta refletância e baixa absorvidade, contribui significativamente para a manutenção do conforto térmico, reduzindo a absorção de calor pelo telhado (RODRIGUES et al., 2009; MATOS JÚNIOR, 2012).

A cobertura dos aviários é, geralmente, composta por materiais com alta transmitância térmica, o que pode comprometer o conforto térmico interno. A aplicação de forro é indispensável, pois atua como uma barreira física contra a radiação térmica transmitida pela cobertura, além de formar uma camada de ar isolante que reduz a transferência de calor para o interior do aviário. Quando integrado a um ático, o forro se torna ainda mais eficiente na dissipação do calor, contribuindo para o bem-estar das aves (ABREU e ABREU, 2011).

A iluminação natural proporciona maior aproveitamento energético. Para se aproveitar a iluminação natural, não basta somente aumentar as dimensões das aberturas, pois isso gera incremento indesejável de calor no interior do aviário. Dessa forma, é possível distribuir de forma eficiente a iluminação natural dentro de ambientes, até mesmo com pequenas aberturas (LAMBERTS et al., 2014).

A iluminação artificial é necessária para completar o programa de luz das aves, devido à sazonalidade da luz natural, para isso as lâmpadas devem fornecer uma quantidade adequada de lúmens. Para aves de postura, o recomendado é de 22 lux ($L \cdot m^{-2}$), dessa forma é calculada a quantidade de lâmpadas necessárias em função do pé direito da estrutura, para a área total do aviário (ALBINO et al., 2017).

Técnicas eficientes do ponto de vista energético, como ventilação natural e pintura com cores claras nos telhados e nas paredes, ajudem a reduzir os efeitos do calor no interior dos edifícios, por si só não são suficientes para manter a temperatura, dentro da zona de conforto, no interior do aviário no verão. Devido a sazonalidade e inconstância do vento, é fundamental a utilização de um sistema de ventilação mecânica. Para o dimensionamento do

sistema de ventilação mecânica, a pressão é determinante, e está relacionada diretamente com a vazão, e não com a velocidade. Os ventiladores devem ser posicionados à altura correspondente à metade do pé direito do aviário, ligeiramente direcionados para baixo, sem incidir sobre as aves, no sentido do vento dominante para que não tenham sua eficiência reduzida. (ABREU e ABREU, 2020).

O manejo das cortinas deve ser ajustado conforme a estação do ano, garantindo ventilação adequada no inverno, com menor renovação de ar, e no verão, quando a ventilação é intensificada, seja de forma manual ou automatizada (ABREU e ABREU, 2001). Normalmente confeccionadas em fibras porosas, plástico trançado ou lona, as cortinas atuam como quebra-vento, mas sem capacidade de isolamento térmico. No entanto, esse isolamento é essencial para o bem-estar animal, especialmente em regiões tropicais, onde a radiação solar é intensa. Cortinas brancas, com espessura de 0,226 mm, associadas a um isolante de alumínio de 0,191 mm, são eficientes na manutenção do conforto térmico, assim como as cortinas azuis, que apresentam um desempenho ainda melhor (CONCEIÇÃO et al., 2011).

2. MÉTODO

O município de Pelotas está localizado a 7 m do nível do mar, na latitude 31° 46' 34" Sul e 52° 21' 34" Oeste, possui clima subtropical úmido, com temperatura média de 18,6 °C, precipitação anual média de 1425 mm e umidade relativa anual de 72%, conforme classificação de Köppen. Abaixo são descritas as premissas adotadas para o projeto do aviário.

O forro da cobertura se faz necessário, para que haja efetiva contribuição do conforto térmico, portanto, a escolha do material que compõe o forro foi baseada na ABNT NBR 15220-3:2024, especificamente para zona bioclimática 2. Para vedação foi utilizada alvenaria, no entanto, nem todos os tipos de tijolo atendem as condições de transmitância térmica, desse modo os tipos de tijolos foram selecionados com base na ABNT NBR 15220-3: 2024, bem como a espessura do reboco, e cor da tinta que alvenaria vai receber. Nas fachadas onde não há aberturas, foram instaladas portas para facilitar a remoção da cama e higienização do aviário.

A altura das muretas das aberturas laterais e as características da tela de proteção da abertura, assim como a altura do fechamento das demais faces foram admitidas conforme recomendação de Souza et al. (2000). Os traços para as argamassas, de assentamento e revestimento, foram seguidos de acordo com as recomendações da Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP).

As cortinas que compõem a proteção das aberturas foram selecionadas conforme Conceição et al. (2011). Sendo de lona da cor branca ou azul, com espessura de aproximadamente 0,226 mm, e de preferência havendo isolante de alumínio de espessura 0,191 mm. O piso foi dimensionado com direção da declividade conforme sugestão de Souza

et al. (2000), inclusive com a canaleta central, facilitando o escoamento da água, oriunda da higienização. Para dimensionamento da iluminação artificial foi adotado o critério de espaçamento entre lâmpadas de mesma fileira, de Albino et al. (2017). Para a seleção dos ventiladores foram seguidas as recomendações de vazão mínima de ar (ABREU e ABREU, 2000).

A orientação do aviário foi determinada com o uso de carta solar. Na carta solar é possível observar a trajetória do sol para diferentes estações do ano, bem como a máscara de sombra projetada pelo beiral. Sendo assim, foi determinado com auxílio de uma planilha eletrônica, as dimensões do beiral aplicando-se trigonometria básica. A orientação do aviário foi estabelecida com a utilização da carta solar do software ANALYSIS SOL-AR, sendo um software gratuito no qual o usuário deve especificar a latitude do projeto (LAMBERTS; MARCIEL, 2008). Para o caso de Pelotas, foi utilizada a latitude 32°S. Esse software deve ser usado pelo engenheiro responsável do projeto, a fim de maximizar o período de projeção da sombra nas fachadas das aberturas durante o verão, nos horários críticos de conforto térmico para as aves, quando a insolação é alta.

3. RESULTADOS

Observando-se inicialmente os aspectos construtivos, o aviário projetado apresenta um pé direito de 3,5 m e muretas com altura de 0,5 m, sendo as treliças do tipo Pratt, conforme descrito por Drehmer e Júnior (2010). Além disso, o aviário conta com lanternim para facilitar a troca de calor. A canaleta central, com largura de 20 cm e declividade de 3%, direciona-se no sentido do eixo transversal em direção às portas, visando otimizar o escoamento da água durante a higienização figura 1. O piso da cama possui uma declividade de 2% em direção à canaleta central, conforme recomendado por Souza et al. (2000). O piso dos poleiros, 15 cm mais elevado que o da cama, foi projetado de forma que os poleiros não fiquem sobre a cama, a fim de evitar problemas sanitários, conforme destacado por Albino et al. (2017). Essa diferença de altura impede que o material da cama seja transferido para o piso dos poleiros.

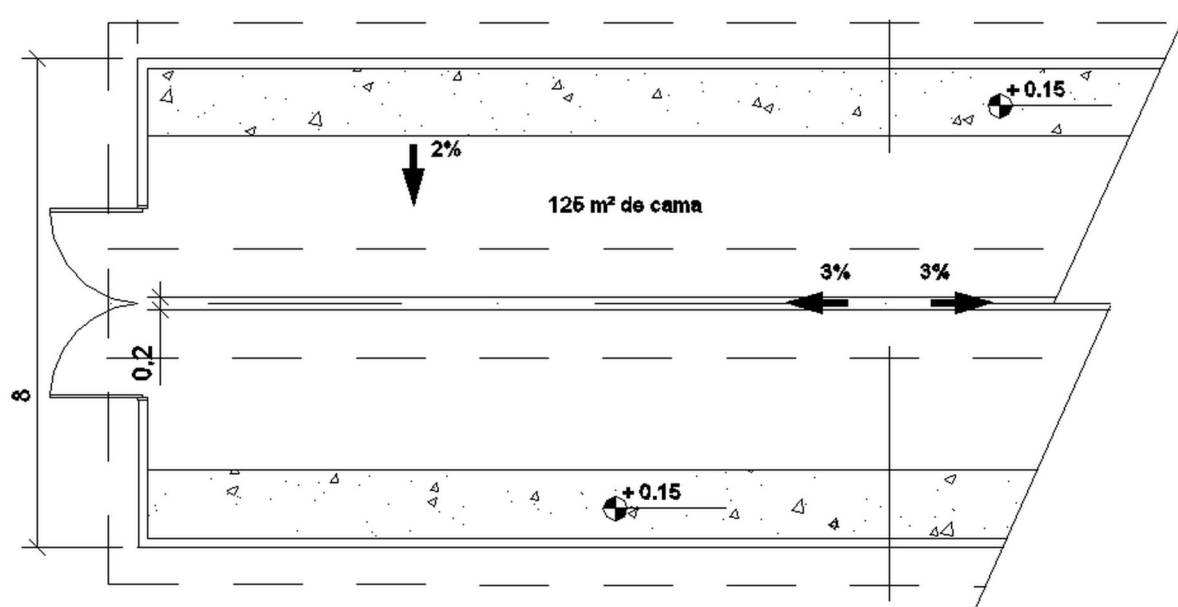


Figura1- Parte da planta baixa do aviário projetado.
Fonte: Os autores.

Para atender às exigências de bem-estar animal e qualidade do produto, especialmente em relação à densidade das aves, a área da cama foi dimensionada para ser superior ao mínimo estabelecido por Albino et al. (2017), comportando aproximadamente 1.125 aves, embora o projeto tenha sido desenvolvido para abranger mil aves. O piso da cama e dos poleiros é de concreto, com espessura variando entre 5 cm e 6 cm, utilizando um traço de 1:4:8 e revestido com argamassa no traço 1:2:6, conforme especificado pela ABCP (2022). O revestimento do piso dos poleiros é fundamental, pois não há material que possa prevenir a formação de calos nas patas das aves. A cama, por sua vez, é composta por material absorvente, com espessura entre 5 cm e 10 cm, conforme as recomendações de Prá e Roll (2014).

Analisando a carta solar para a latitude do município de Pelotas figura 2, observa-se que o fotoperíodo durante o verão (dezembro e janeiro) é significativamente superior ao fotoperíodo do inverno (maio e junho). Além disso, o formato da trajetória solar torna-se mais circular no verão em comparação ao inverno. Esse fenômeno dificulta o projeto de um beiral com dimensões adequadas para a tipologia de construção, de modo a garantir sombra eficaz dentro do aviário durante o dia nos meses de verão.

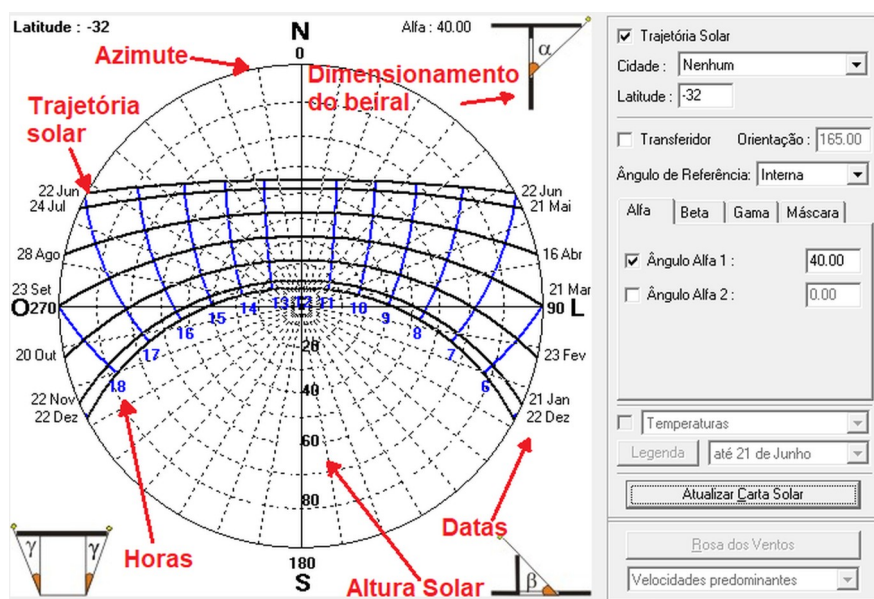


Figura2- Carta solar para latitude do município de Pelotas.

Fonte: Adaptado de ANALYSIS Sol-Ar, 2025.

O beiral e a orientação do aviário foram definidos com base na manutenção do conforto térmico, especialmente durante o verão, uma vez que as aves têm maior dificuldade em perder calor do que em ganhá-lo. A orientação Leste-Oeste demonstrou ser a mais eficaz para maximizar a sombra durante o período da tarde no verão, quando a radiação solar é mais intensa. Nessa orientação, as faces das aberturas são posicionadas a 165° e 345°, conforme ilustrado na figura 3 e figura 4.

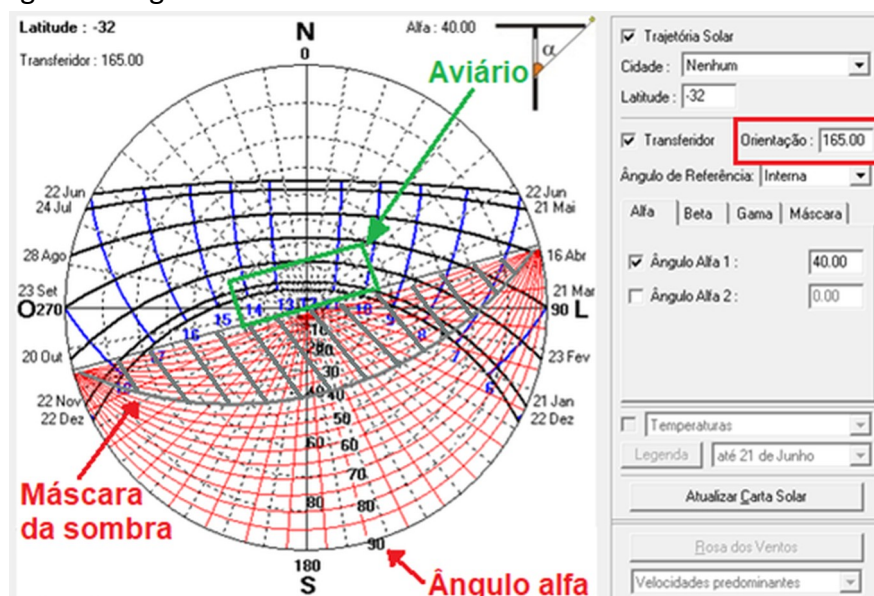


Figura3- Orientação do aviário da face voltada ao sul.

Fonte: Adaptado de ANALYSIS Sol-Ar, 2025.

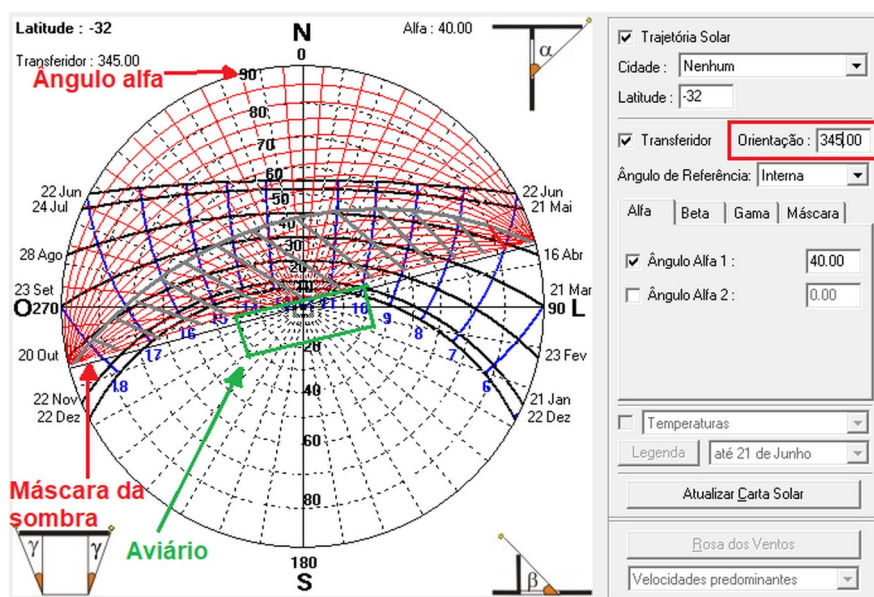


Figura4- Orientação do aviário da face voltada ao norte.

Fonte: Adaptado de ANALYSIS Sol-Ar, 2025.

Nessa situação, o beiral que apresentou a melhor relação de sombra projetada foi de 0,6 m, proporcionando sombra no interior do aviário das 7h30min às 18h durante o verão, na fachada voltada ao sul. Na fachada voltada ao norte, o beiral projeta sombra ao longo de todo o verão. No inverno, os raios solares conseguem penetrar na fachada norte, o que exige que o controle da radiação solar seja realizado por meio de manejo adequado das cortinas, pelo produtor.

A variação sazonal da luz natural exige a utilização de iluminação artificial para complementar o programa de iluminação, essencial para o desenvolvimento das aves e para garantir maior rentabilidade ao produtor, conforme apontado por Araújo et al. (2011) e Nunes et al. (2013). A iluminação artificial é geralmente fornecida por lâmpadas LED de 2W dimerizadas, que oferecem entre 50 e 80 lux ($L.m^2$). Essas lâmpadas, além de serem amplamente disponíveis no mercado a preços acessíveis, apresentam vantagens como maior eficiência energética, longa vida útil e a capacidade de proporcionar a mesma produtividade de ovos em comparação com outros tipos de lâmpadas (NUNES et al., 2013).

Considerando que o aviário possui uma largura de 8 m e um pé-direito de 3,5 m, e com o objetivo de proporcionar uma iluminação mais eficiente, as lâmpadas foram distribuídas em quatro fileiras, com espaçamento de 2,3 m entre elas e 7 m entre as lâmpadas de uma mesma fileira. O dimmer, responsável pelo controle do programa de iluminação, deve ter capacidade para fornecer, no mínimo, 32 W, a fim de gerenciar com segurança todas as lâmpadas instaladas no aviário.

Na alimentação, os equipamentos devem proporcionar às aves o mínimo esforço de locomoção para o consumo da ração (figura 5). Comedouros automatizados garantem uma distribuição constante e eficiente de ração (COBB, 2013; MORAES e PIZZIRANI, 2016). Os comedouros do tipo copo devem ser equipados com um conjunto motriz, automatizando o

sistema de distribuição. Esse sistema motriz inclui um dosador, uma móega plástica e a possibilidade de ajustar o espaçamento entre os comedouros. O produtor pode optar por acionamento elétrico ou mecânico. Ao todo, são 4 linhas com 22 comedouros cada, dispostos a cada 0,90 m, sobre a cama, conforme a distribuição indicada por Albino et al. (2017).

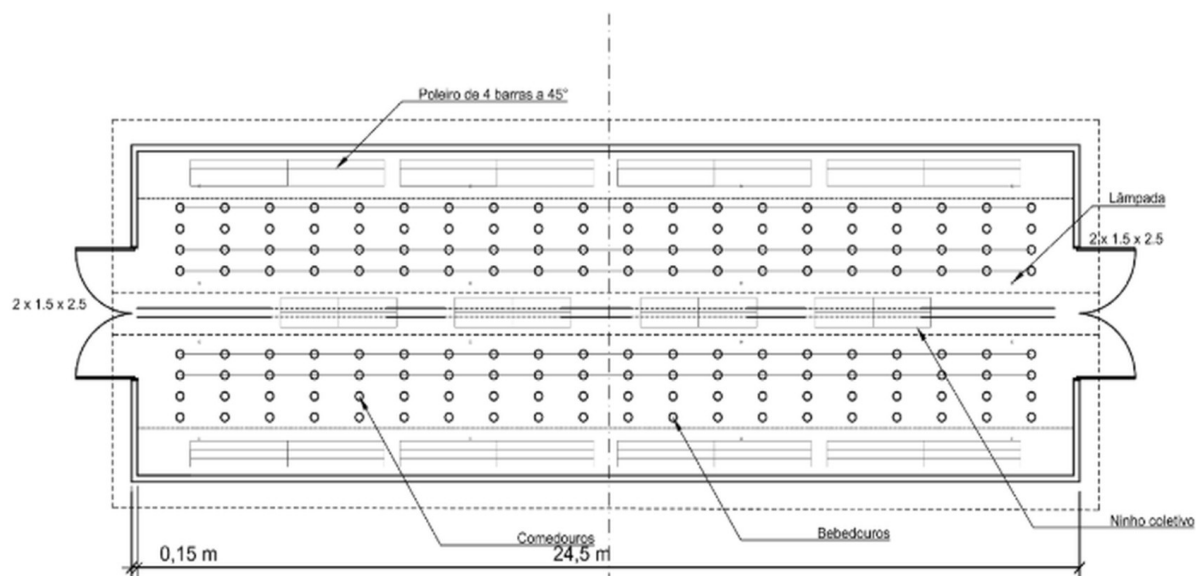


Figura5- Planta baixa com a localização dos equipamentos.

Fonte: Os autores.

O manejo adequado dos bebedouros é essencial para manter a cama do aviário sempre seca, prevenindo a proliferação de doenças. Nesse contexto, os bebedouros automáticos desempenham uma função sanitária, garantindo a distribuição uniforme de água para as aves (COBB, 2013; PRÁ e ROLL, 2014). A qualidade da água é fundamental para o bom desenvolvimento dos animais, pois afeta todos os processos fisiológicos, incluindo a ingestão de alimentos (COBB, 2013). Quando o produtor utilizar água proveniente de poço artesiano, é necessário instalar um conjunto de filtração composto por hidrômetro, filtro, manômetro, clorador e tubulação com diâmetros de 32 mm ou 50 mm. Alguns conjuntos também incluem dosador de medicamentos. Se a água for proveniente da rede pública de abastecimento, recomenda-se a instalação de, pelo menos, um regulador de pressão. O projeto prevê a instalação de 80 bebedouros do tipo nipple, espaçados 0,96 m entre os bebedouros da mesma linha e 1 m entre as linhas. A pressão da água deve ser mantida entre 25 e 40 cm de coluna d'água.

Para facilitar o manejo dentro do aviário, os poleiros foram divididos em módulos iguais, cujas dimensões estão ilustradas na figura 6. Cada módulo é composto por barras circulares de 2 cm de diâmetro, fabricadas em aço galvanizado, material amplamente disponível no mercado. Os poleiros foram posicionados fora da cama, conforme a recomendação de Albino et al. (2017). Ao todo, são 16 módulos de poleiros.

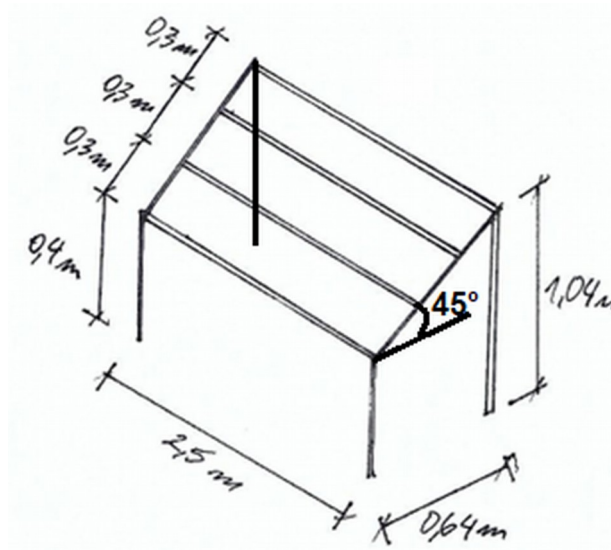


Figura6- Croqui do poleiro.

Fonte: Os autores.

Os ninhos coletivos selecionados para o projeto são compostos por dez módulos individuais, sendo cinco dispostos na parte superior e cinco na parte inferior, seguindo o critério de quantidade sugerido por Albino et al. (2017). Cada módulo pode ser construído em madeira, MDF ou MDP, com chapas de 15 mm de espessura, e possui as dimensões especificadas na figura 7. Os ninhos são facilmente encontrados no mercado ou podem ser confeccionados sob medida. Ao todo, são 16 módulos, totalizando 160 ninhos. No entanto, dependendo da linhagem das galinhas utilizadas pelo produtor, pode ser necessário realizar a coleta dos ovos com maior frequência.

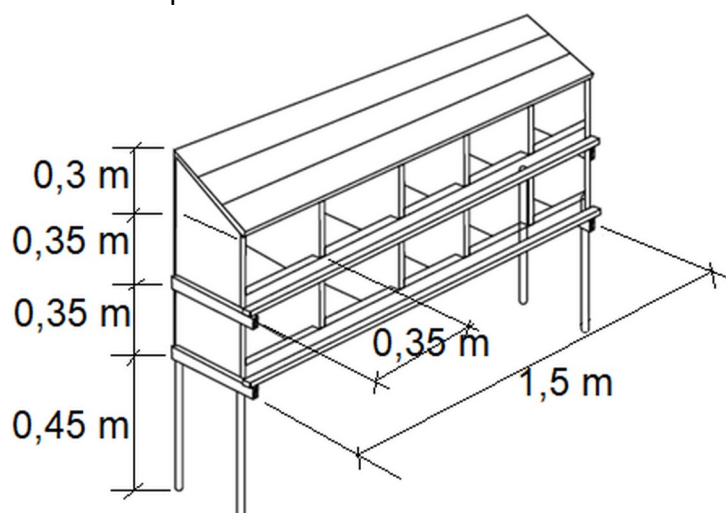


Figura7- Ninho coletivo.

Fonte: Adaptado de Mrema et al., 2011.

Existem diversos tipos de ventiladores no mercado, com potências e fluxos de ar

variados. Sua instalação deve ser orientada de maneira a favorecer o sentido predominante do vento, garantindo assim a eficiência do sistema. Na escolha do modelo do ventilador, é fundamental considerar fatores como os recursos disponíveis, a eficiência energética e a necessidade de remoção de ar (ABREU e ABREU, 2011).

Considerando as condições locais, especialmente em relação aos recursos disponíveis, algumas áreas rurais ainda contam com rede elétrica monofásica, o que limita a escolha do motor dos ventiladores. Os ventiladores monofásicos são capazes de fornecer uma vazão adequada de $330 \text{ m}^3 \cdot \text{min}^{-1}$ (ABREU e ABREU, 2000). Para este projeto, serão necessários sete ventiladores de 0,5 cv. A orientação das aberturas foi planejada conforme a direção predominante dos ventos, especialmente no verão. Assim, recomenda-se que os ventiladores sejam instalados voltados para o noroeste (NO). Na figura 8, o aviário é apresentado em corte, permitindo observar a posição dos comedouros, bebedouros, poleiros, ninhos e ventiladores.

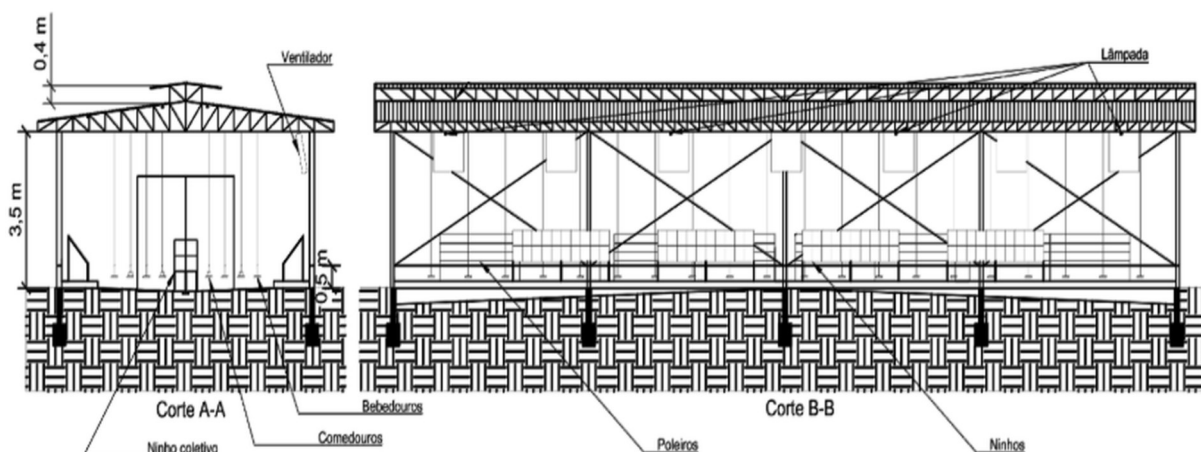


Figura8- Corte de planta baixa com a localização dos equipamentos.

Fonte: Os autores.

A Figura 8 apresenta a edificação projetada em dois cortes distintos. No corte A–A, observa-se a treliça de cobertura do tipo Pratt, que incorpora um lanternim embutido destinado à ventilação e iluminação natural do ambiente interno. À direita da figura, encontra-se a representação do ventilador, orientado de modo a otimizar o aproveitamento dos ventos predominantes. Na região central, localiza-se o ninho coletivo, enquanto nas extremidades laterais estão dispostos os poleiros. No corte B–B, são indicadas as posições das lâmpadas destinadas à execução do programa de luz das aves, bem como as estruturas em “X”, correspondentes ao contraventamento da edificação. Também estão representados nesse corte os quatro ninhos coletivos, além dos poleiros e comedouros, compondo o arranjo

funcional do espaço.

4. CONCLUSÕES

O projeto do aviário para poedeiras comerciais no município de Pelotas foi desenvolvido visando proporcionar o máximo conforto térmico e bem-estar animal, com ênfase na eficiência energética e na utilização de recursos sustentáveis. A orientação estratégica do aviário, a escolha dos materiais e a instalação de sistemas automatizados de alimentação e hidratação contribuem para a melhoria das condições de vida das aves, favorecendo uma maior produção de ovos. A utilização de softwares livres e gratuitos para o dimensionamento da estrutura demonstrou ser uma solução viável e inovadora, especialmente para pequenos produtores rurais, que frequentemente enfrentam limitações de recursos. A integração de práticas adequadas de manejo, como o controle da iluminação e a distribuição eficiente de ventilação, garante um ambiente saudável para as aves, otimizando a produção e a rentabilidade do sistema. Dessa forma, o projeto representa um modelo acessível e eficaz de construção e manejo, capaz de atender às exigências de bem-estar animal e, ao mesmo tempo, proporcionar um retorno econômico significativo para os produtores.

REFERÊNCIAS

ABREU, Valéria Maria Nascimento; ABREU, Paulo Giovane de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, p. 1-14, 2011. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/901939>. Acesso em: 8 out. 2025.

ALBINO, Luiz Fernando Teixeira; CARVALHO, Bruno Reis; MAIA, Rosana Cardoso; BARROS, Victor Ramos Sales Mendes de. *Galinhas poedeiras: criação e alimentação*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2017.

ARAÚJO, Wagner Azis Garcia de; ALBINO, Luiz Fernando Teixeira; TAVERNARI, Fernando de Castro; GODOY, Mauro Jarbas de Souza. Programa de luz na avicultura de postura. *Revista CFMV*, v. 52, p. 58-65, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/901275/1/PaginasdeCFMV52.pdf>. Acesso em: 8 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho*. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

BAÊTA, Fernando da Costa; SOUSA, Cecília de Fátima. *Ambiência em edificações rurais: conforto animal*. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010.

BAKER, Nick. *Passive and Low Energy Building Design for Tropical Island Climates*. Londres: Commonwealth Science Council, 1987. Disponível em: https://cambodiarchitecture.wordpress.com/wp-content/uploads/2010/06/passive_low_energy.pdf. Acesso em: 8 out. 2025.

BIAGGIONI, Marco Antônio Martin; MATTOS, Juliana Medeiros de; JASPER, Samir Paulo; TARGA, Luiz Antônio. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 29, p. 961-972, 2008. Disponível em: [https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/29-\(2008\)-4/desempenho-termico-de-aviario-de-postura-acondicionado-naturalmente/](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/semina-ciencias-agrarias/29-(2008)-4/desempenho-termico-de-aviario-de-postura-acondicionado-naturalmente/). Acesso em: 8 out. 2025.

BITTENCOURT, Leonardo Salazar; CÂNDIDO, Christina Maria. *Ventilação natural em edificações*. Rio de Janeiro: Procel Edifica, 2010.

BROOM, Donald Maurice; MOLENTO, Carla Forte Maiolino. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. *Archives of Veterinary Science*, v. 9, n. 2, p. 1-11, 2004. DOI: 10.5380/avs.v9i2.4057.

CARVALHO, Camila Lopes. *Bem-estar animal em galinhas poedeiras*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/200130/001102642.pdf>. Acesso em: 8 out. 2025.

COBB-VANTRESS. *Manual de manejo de frango de corte*. 2021. Disponível em: https://cobbgenetics.com/assets/Cobb-Files/Broiler-Guide_English-2021-min.pdf. Acesso em: 8 out. 2025.

COELHO, Diogo José Resende; TINÔCO, Ilda de Fátima Ferreira; VIEIRA, Maria de F. A.; MENDES, Múcio André dos Santos Alves; SOUSA, Fernanda Campos de; FRANÇA, Luis Gustavo Figueiredo. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 10, p. 996-1004, 2015. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p996-1004.

CONCEIÇÃO, Vanessa da; ABREU, Paulo Giovanni de; ABREU, Valéria Maria Nascimento; TOMAZELLI, Inaiara Letícia; CHINI, Angélica. Temperatura superficial de isolantes térmicos e cortinas para a produção animal. In: *Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola*, Cuiabá, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/914827/1/temperaturasuperficialdeisolantestermicosecortinaspara.pdf>. Acesso em: 8 out. 2025.

FERREIRA, Rony Antonio. *Maior produção com melhor ambiente: para aves, suínos e bovinos*. 3. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2016.

HÖTZEL, Maria José; NOGUEIRA, Selene Siqueira da Cunha; MACHADO FILHO, Luiz Carlos Pinheiro. Bem-estar de animais de produção: das necessidades animais às possibilidades

humanas. *Revista de Etologia*, v. 9, n. 2, p. 1-10, 2010. Disponível em:
<https://pepsic.bvsalud.org/pdf/reto/v9n2/v9n2a01.pdf>. Acesso em: 8 out. 2025.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. *Eficiência energética na arquitetura*. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/Procel, 2014. Disponível em:
<http://labeee.ufsc.br/publicacoes/livros>. Acesso em: 8 out. 2025.

LAMBERTS, Roberto; MARCIEL, Alexandra Albuquerque. *Analysis SOL-AR*. 2008. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/pt-br/downloads/softwares/analysis-sol-ar>. Acesso em: 8 out. 2025.

LARA, Lucas Januzzi; ROSTAGNO, Marcos Horácio. Impact of heat stress on poultry production. *Animals*, v. 3, p. 356-369, 2013. DOI: 10.3390/ani3020356.

MATOS JÚNIOR, João Batista. *Avaliação de diferentes materiais de cobertura para construção do telhado de aviários móveis*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2012. Disponível em:
<http://hdl.handle.net/1843/NCAP-8THQUG>. Acesso em: 8 out. 2025.

MREMA, Geoffrey Christopher; GUMBE, Lawrence Otweyo Migire; CHEPETE, Justin Hakgamalang; AGULLO, Januarius Ondiek. *Rural structures in the tropics: design and development*. Roma: FAO, 2011. Disponível em:
<http://www.fao.org/docrep/015/i2433e/i2433e.pdf>. Acesso em: 8 out. 2025.