



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

ESTUDO DA ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DE PINTOS DE CORTE

Discente: Amanda Azevedo Rodrigues de Souza

Orientadora: Dr^a Sheila Tavares Nascimento

Brasília-DF

MAIO, 2021



AMANDA AZEVEDO RODRIGUES DE SOUZA

ESTUDO DA ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DE PINTOS DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso de graduação
em Agronomia apresentado junto à Faculdade
de Agronomia e Medicina Veterinária da
Universidade de Brasília.

Orientadora: Dr^a Sheila Tavares Nascimento

Brasília-DF

ABRIL, 2021



Nome do autor: Amanda Azevedo Rodrigues de Souza

Título do trabalho de conclusão de curso: O estudo da zona de conforto térmico de pintos de corte

Ano: 2021

É concedida à Universidade de Brasília a permissão para reproduzir cópias desta monografia e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Assinatura: _____

Sumário

1. Introdução.....	9
2. Revisão de Literatura.....	10
2.1. Zona de conforto térmico para pintos de corte	10
2.2. Determinação da zona de conforto térmico	10
2.3. Comportamentos de pintos de corte	11
2.4. Respostas fisiológicas de pintos de corte	11
3. Material e Métodos.....	12
3.1. Descrição geral.....	12
3.2. Aves.....	13
3.3. Delineamento Experimental.....	13
3.4. O protótipo.....	14
3.5. Variáveis meteorológicas	15
3.6. Análise comportamental das aves	16
3.7. Análise estatística	16
4. Resultados e Discussão.....	17
4.1. Variáveis meteorológicas	17
4.2. Concentração de Dióxido de carbono (CO ₂).....	18
4.3. Análises comportamentais.....	19
5. Conclusão	22
6. Referências.....	23

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Descrição das duas etapas de execução dos experimentos (Etapa I: Recomendado e etapa II: Teste) com as respectivas faixas de temperaturas de conforto térmico de acordo com os dias de vida (1 a 14 dias) das aves de corte. 13

Tabela 2 - Descrição do delineamento experimental em quadrado latino (5x5), considerando os grupos de aves em função dos horários e dias de experimento. 14

Tabela 3 - Etograma de pesquisa para a observação dos comportamentos dos pintos de corte avaliados no protótipo, com a descrição de cada comportamento, agrupados por categorias de comportamento, com a respectiva descrição. 16

Lista de Figuras

Figura 1 - Desenho esquemático de um protótipo para pintos de corte. Fonte: Elaborado pela autora.	11
Figura 2 - Protótipo de acrílico, equipado com duas lâmpadas de infravermelho para aquecimento dos pintos e equipado internamente com sensores de monitoramento microclimático, cama de palha de arroz, comedouro e bebedouro.	14
Figura 3 - Equipamentos utilizados para mensuração das variáveis meteorológicas (Temperatura, °C e Umidade Relativa do ar, %) dentro do protótipo, a placa arduino (A), o termostato (B), o termômetro de mercúrio (C), o detector de gases (D).	15
Figura 4 - Médias de temperatura do ar, (T °C) e umidade relativa do ar (UR, %) ao longo das horas do dia (8 as 17h), para a primeira fase: de 1 a 7 dias.	17
Figura 5 - Médias de temperatura do ar, (T °C) e umidade relativa do ar (UR, %) ao longo das horas do dia, para a segunda fase: de 8 a 14 dias.	18
Figura 6 - Concentração média de dióxido de carbono (CO ₂) do quinto ao décimo quinto dia de vida de pintos de corte durante os experimentos recomendado e teste.	19
Figura 7 - Médias da frequência de acesso ao cocho de ração e ao bebedouro de pintos de corte de 1 a 14 dias submetidos a duas zonas de conforto térmico.	20
Figura 8 - Médias da frequência de atividades (andando, bicando a cama e investigando penas) de pintos de corte de 1 a 14 dias submetidos a duas zonas de conforto térmico.	21
Figura 9 - Médias da frequência de postura (em pé ou deitado - ócio) de pintos de corte de 1 a 14 dias submetidos a duas zonas de conforto térmico.	22

ESTUDO DA ZONA DE CONFORTO TÉRMICO DE PINTOS DE CORTE

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar a zona de conforto térmico de pintos de corte nas duas primeiras semanas do período de criação (entre 1 e 14 dias de idade). Cinquenta pintos de corte da linhagem Cobb foram avaliados, alocados aleatoriamente em um quadrado latino de 5 x 5 (5 grupos de 10 pintos cada em 10 dias e 5 horários - 8 a 10h, 10 a 12h, 12 a 14h, 14 a 16h e 16 a 18h). Foram testadas as seguintes faixas de temperatura e umidade relativa, recomendadas na literatura: 33°C / 60% na primeira semana e 29°C / 60% na segunda semana e as faixas de temperatura e umidade relativa teste: 31°C / 70% na primeira semana e 28°C / 70% na segunda semana e coletadas as variáveis qualidade do ar e comportamento. O trabalho foi realizado no Laboratório de Avicultura, localizado no Instituto Federal de Brasília, campus Planaltina. Os animais foram alojados em um protótipo de acrílico (1,25x1,25x0,81m), mantidos em uma sala com temperatura constante de 30°C, suspensos do chão, contendo comedouros, bebedores e cascas de arroz como substrato. Uma lâmpada infravermelha como fonte de calor foi instalada dentro do protótipo conectada a um sistema arduino e um termostato. A temperatura e a umidade relativa do protótipo, da sala e do ambiente externo foram medidas com um termohigrômetro a cada 20 minutos entre 8 e 18 horas, bem como o gás carbônico com auxílio de um analisador de gás. Os dados meteorológicos foram analisados pelo método dos mínimos quadrados e os comportamentais por análise de frequência com auxílio do software SAS. A temperatura e a umidade relativa permaneceram estáveis nas duas semanas do estudo, sem variação significativa ($P > 0,05$) em relação aos horários, dias e grupos avaliados, mesmo com variação da temperatura fora da sala de aproximadamente 5°C. As médias foram 32,5°C / 60% e 29,3°C / 63%, para a primeira e segunda semanas de vida, respectivamente. Os animais tinham um peso corporal médio de 82 e 271g na primeira e segunda semanas, respectivamente, correspondendo a 42% e 51% abaixo do esperado para esta fase de criação de pintos da linhagem Cobb, o que indica que os animais estavam em estresse térmico, ou seja, expostos a intervalos de temperatura e umidade relativa inadequados. Os valores de CO₂ foram de 1076ppm na primeira semana e 957ppm na segunda semana, o que, embora não letal, indica um sinal de alerta e pode estar relacionado a uma queda no desempenho dos pintos. A análise comportamental mostrou que entre 1 e 7 dias de vida, os pintos permaneceram 56% do tempo em marcha lenta sem carga, 16% em pé e 12% comendo; entre 8 e 14 dias de idade, a maior parte do tempo também estava em marcha lenta sem carga, com menor ocorrência (44%), e os pintos aumentaram o percentual de consumo no tempo (20%) e diminuição do tempo de pé (14%). O comportamento de inatividade esperado para pintos de corte até 14 dias de vida é de 43%, valor inferior ao encontrado no presente estudo. Esses resultados poderiam interferir na ocorrência de outros comportamentos, como comer, por exemplo. Concluímos que a condição de literatura testada não corresponde à zona termoneutra dos pintos de corte e pode estar associada ao baixo desempenho dos animais e um reajuste é necessário para que não haja impacto negativo no desempenho e bem-estar dos animais.

Palavras-chave: avicultura; comportamento; fisiologia.

Abstract

The aim of this work was to study the thermal comfort zone of broiler chicks in the first two weeks of the rearing period (between 1 and 14 days of age). Fifty broiler chicks (Cobb strain) were evaluated from 1 to 14 days, randomly allocated into a 5 x 5 Latin square (5 groups of 10 chicks each in 10 days and 5 schedules - 8 to 10h, 10 to 12h, 12 to 14h, 14 to 16h and 16 to 18h). The following temperature and relative humidity ranges, recommended in the literature, were tested: 33°C / 60% on first week, and 28°C / 60% on second week, and air quality, behavioral and performance variables were collected. The animals were housed in an acrylic prototype (1.25x1.25x0.81m), kept in a room with a constant temperature of 30°C, suspended from the floor, containing feeders, drinkers and rice hulls as litter material. An infrared lamp as a source of heat was placed inside the prototype, connected to an Arduino system and a thermostat. The temperature and relative humidity of the prototype, the room and the external environment were measured every 20 minutes between 8 and 18 hours, as well as the carbon dioxide gas with the aid of a gas analyzer. Meteorological and performance data were analyzed using the least squares method, and behavioral data by frequency analysis with the aid of SAS software. The temperature and relative humidity remained stable in both weeks of trial, with no significant variation ($P > 0.05$) in relation to the schedules, days and groups evaluated, even with a variation of the temperature outside the room of approximately 5°C. The means were 32.5°C / 60% and 29.3°C / 63%, for the first and second weeks of life, respectively. The animals had an average body weight of 82 and 271g in the first and second weeks, respectively, corresponding to 42% and 51% below the expected for this rearing stage of Cobb strain chicks, which indicates that the animals were in thermal stress, that is, exposed to inadequate temperature and relative humidity ranges. CO₂ values were 1076ppm for the first week, and 957ppm for the second week, which, although not lethal, indicates a warning sign and could be related to a drop of chicks' performance. Behavioral analysis showed that between 1 and 7 days of life, chicks remained 56% of the time idling, 16% standing and 12% eating; between 8 and 14 days of age, most of the time was also idling, with a lower occurrence (44%), and chicks increased the percentage of time eating (20%) and decreased standing time (14%). The expected idling behavior for broiler chicks up to 14 days of life is 43%, a value lower than that found in the present study. These results could interfere in the occurrence of other behaviors, like eating, for example. We concluded that the literature condition tested do not correspond to the thermoneutral zone of broiler chicks and may be associated to low performance of the animals and a readjustment is necessary so there is no negative impact on performance and welfare of the animals.

Keywords: behavior; physiology; poultry

1. Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor e maior exportador de carne de frango do mundo (ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal, 2020). Atrelado ao elevado consumo da carne de frango, o perfil de alimentação do brasileiro está em processo de mudança. Segundo o relatório **encomendado** pela Organização World Animal Protection, o consumidor está mais preocupado com a procedência, condições de criação dos animais, qualidade do produto e com os efeitos gerados na própria saúde e no meio ambiente.

As aves são animais sensíveis à variações de temperatura ambiental. Em estágio inicial de vida necessitam de fontes de calor e com o desenvolvimento da camada de penas, as necessidades ambientais passam a ser voltadas para o resfriamento (Nascimento, 2014). A alta densidade dos galpões criam diferentes microclimas dentro do aviário, podendo causar desuniformidade e queda produtiva.

Os frangos de corte atingem a maturidade do sistema termorregulatório com aproximadamente dez dias pós-eclosão (Moraes et al., 2003). O desenvolvimento é muito rápido e os animais passam por mudanças fisiológicas intensas ao longo do ciclo de vida (Nascimento, 2014). Tais alterações envolvem as plumagens presentes no primeiro dia pós eclosão, que enfrentam um processo de queratinização, que garantirá o isolamento térmico das aves até o décimo nono dia de vida (Leeson & Walsh, 2004).

Somado a isso, as linhagens de frangos de corte passaram por intensos programas de seleção e melhoramento genético nas últimas décadas, que resultou em menor número de dias para atingir o peso ideal de abate e o aumento da produção de calor metabólico (Tallentire et al., 2016). Compreender quais seriam as faixas de conforto térmico ideais para pintos de corte após os intensos melhoramentos é primordial para a eficiência do sistema de produção.

Baseado nessas informações, o objetivo deste trabalho foi avaliar a zona de conforto térmico de pintos de corte.

Comentado [STN1]: Encomendado? Ou elaborado? Em que ano? Qual a referência?

Comentado [AA2R1]: Encomendado mesmo, profa. Foi desenvolvido pela Ipsos Public Affairs e levou o nome da Organização World Animal Protection.

2. Revisão de Literatura

2.1. Zona de conforto térmico para pintos de corte

A Zona de Conforto Térmico (ZCT) é a faixa de temperatura na qual a ave demanda o mínimo de gasto energético para manutenção de suas funções vitais (Bícego et al., 2006). É importante conhecer a ZCT, pois os animais no estágio inicial de vida, de 1 a 14 dias, quando passam por estresse térmico sofrem queda no consumo, que pode ser crucial no seu desempenho produtivo (Roushdy et al., 2018).

Segundo Bícego et al., 2006, animais homeotérmicos mantêm a temperatura corporal interna dentro de uma faixa constante, denominada termoneutralidade, ainda que haja oscilação da temperatura ambiental. Nas extremidades dessa faixa existe a temperatura crítica inferior (TCI), relacionada a hipotermia e o animal necessitar produzir calor para se manter aquecido e a temperatura crítica superior (TCS), que se relaciona a hipertermia e o animal necessitar dissipar calor para o ambiente. No caso das aves, essa temperatura interna varia de 39 °C a 43 °C (Nascimento et al., 2014).

Segundo Malheiros et al., 2000, Cheng et al., 1997 e Curtis et al., 1983, a temperatura de ZCT para pintos de 1 a 7 dias é de 33 °C e de pintos de 8 a 14 dias é de 30 °C e umidade relativa de 60%. Essa faixa de temperatura foi atualizada por Cassuce et al., 2013 e Cândido et al., 2016 para 30 °C de 1 a 7 dias e 27 °C de 8 a 14 dias.

2.2. Determinação da zona de conforto térmico

De acordo com o Malheiros et al., 2000, a zona de conforto térmico (ZCT) para pintos de corte com idade de 1 a 7 dias é de 33 °C de temperatura do ar e com idade de 8 a 15 dias reduz para de 30 °C de temperatura do ar. Para determinar a ZCT são necessárias análises as ambientais (temperatura e umidade do ar, concentração de dióxido de carbono) associadas as fisiológicas dos animais (temperatura superficial) e comportamentais (postura e atividades) (Oliveira et al., 2019).

O estudo realizado por Velasquez et al. (2014) utilizaram um teste de preferência com pintos de 17 horas após eclosão, através do uso de um protótipo fabricado em acrílico, que continha um gradiente de temperaturas que variaram de 28,4 a 43,9 °C. Como resultados foram observados que a faixa de termoneutralidade, intervalo de temperatura no qual os mecanismos termorregulatórios se mostram eficientes, não representou a zona de conforto térmico.

A determinação do conforto térmico pode ser feita por meio de protótipos (Figura 1) para que seja possível realizar modificações ambientais de modo a permitir a avaliação das respostas comportamentais das aves (Cândido et al., 2016).

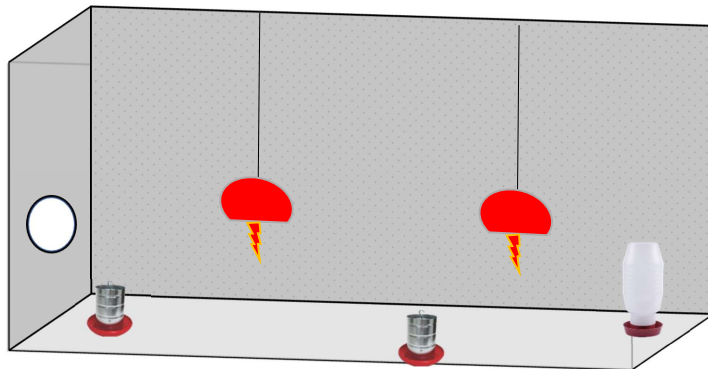


Figura 1 - Desenho esquemático de um protótipo para pintos de corte. Fonte: Elaborado pela autora.

2.3. Comportamentos de pintos de corte

Analisar dados de comportamento é uma importante ferramenta para avaliar conforto térmico animal (Pereira et al., 2008; Li et al. 2015). A técnica da observação comportamental para determinar o conforto das aves de corte é utilizada por produtores, técnicos e pesquisadores. Segundo Pereira et al. (2008), os pintos de corte expostos a temperaturas acima da zona termoneutra, mostram-se com baixa frequência de movimentação e maior frequência de acesso aos bebedouros

A observação de aves em conforto térmico possibilita a observação em maior ocorrência da expressão dos comportamentos naturais das aves de corte como comer, beber, espovar penas, bicar a cama (Cordeiro, 2007).

2.4. Respostas fisiológicas de pintos de corte

As aves são animais homeotérmicos, mas até atingirem sua maturidade termorregulatória, próxima dos 10 dias pós eclosão (Moraes et al., 2003, Price e Dzialowski, 2017), Price e Dzialowski (2017), as definem fenotipicamente como ectotérmicas devida sua inabilidade de manter a temperatura corporal constante durante exposições ao frio. Segundo Nascimento (2017), após a maturidade do sistema termorregulador, as aves mantêm a temperatura corporal constante na faixa de 39 °C a 43°C.

Como a produção de calor é constante pelo metabolismo, para a regulação da temperatura corporal é necessária a ativação de mecanismos de transferência de calor (Bícego et al., 2006; Reece, 2015). Os mecanismos de transferência de calor sensível são a condução, que ocorre por contato, convecção, dependente de um fluido, como o ar e a radiação, que pode ser de ondas curtas (proveniente do sol) ou de ondas longas e servem tanto para perda quanto para ganho de calor. Segundo Morimoto et al. (1998) e Reece, (2015) conforme a temperatura superficial do animal se aproxima da temperatura ambiental, as perdas de calor por mecanismos sensíveis perdem eficiência, pois a transferência de calor depende do diferencial de temperatura.

Os mecanismos de perda de calor evaporativos podem ser por via cutânea ou respiratória (Bícego e Mortola, 2017) e são mecanismos com alto gasto energético, de 500 Kcal por grama de água, segundo Nascimento et al. (2017). Pelo alto custo, a exposição frequente a temperaturas ambientais acima da zona de termoneutralidade das aves compromete toda a vida produtiva da ave (Pawar et al., 2016).

3. Material e Métodos

3.1. Descrição geral

O protocolo experimental foi aprovado pela CEUA da Universidade de Brasília - UnB (protocolo nº 83/ 2019). O experimento foi conduzido no Laboratório de Avicultura (LAVIC) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Brasília - IFB, campus Planaltina, no setor de Avicultura (-15°39'20"S -47°41'41"O).

Foram avaliadas as variáveis de Temperatura (°C) e Umidade Relativa do ar dentro e fora de um protótipo, onde os animais eram mantidos por uma hora e quarenta minutos e foram feitas avaliações da frequência dos comportamentos expressados pelas aves.

O experimento foi replicado em dois períodos do ano, em dezembro de 2019 ocorreu a etapa I: Faixa de conforto "Recomendado", de acordo com a zona de conforto térmico proposta na literatura (Macari e Furlan, 2001); e em março de 2020, a etapa II: Faixa de conforto "Teste", uma nova zona de conforto térmico proposta neste trabalho, para testar uma temperatura do ar abaixo da recomendada pela literatura, nas duas primeiras semanas de vidas de frangos de corte (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição das duas etapas de execução dos experimentos (Etapa I: Recomendado e etapa II: Teste) com as respectivas faixas de temperaturas de conforto térmico de acordo com os dias de vida (1 a 14 dias) das aves de corte.

Idade	Etapa I: Recomendado			Etapa II: Teste		
	Dias de vida	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)	Dias de vida	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
Primeira Semana	01 - 07	32 - 34	60	01 - 07	30 - 32	80
Segunda Semana	08 - 14	30 - 32	60	08 - 14	28 - 30	80

- **Etapa I: Zona de conforto térmico recomendado:** para pintos na 1ª semana de vida de 1 a 7 dias (32 a 34°C) e na 2ª semana de vida de 8 a 14 dias (30 a 32°C) e umidade relativa de 60%.
- **Etapa II: Zona de conforto térmico teste:** para pintos na 1ª semana de vida de 1 a 7 dias (30 a 32°C) e na 2ª semana de vida de 8 a 14 dias (28 a 30°C) e umidade relativa de 80%.

3.2. Aves

Foram adquiridos da empresa Avifran 50 pintos/experimento, totalizando 100 pintos de corte da linhagem comercial Cobb 500®, com peso inicial médio de 59,8g ± 1,45g e 52,4g ± 1,45g para as etapas I e II, respectivamente. Os pintos foram alojados um galpão convencional de produção de frangos, com laterais com cortinas de coloração azul, que foi dividido na metade para isolamento térmico com toldo plástico para acomodação dos pintos em um círculo de proteção de Eucatex®, equipado com duas lâmpadas de infravermelho (Locmat, 150 W), uma campânula a gás, material de cama com palha de arroz e fornecimento ad libitum de água e ração.

3.3. Delineamento Experimental

Foi adotado um delineamento experimental em quadrado latino 5x5, sendo 5 horários, 5 dias e 5 grupos de pintos, com 10 animais em cada grupo (Tabela 2). Cada grupo de animais permaneceu no protótipo por 1 hora e 40 minutos. O experimento foi dividido em duas etapas: Etapa I: faixa de temperatura recomendada e Etapa II: faixa de temperatura teste para cada fase de idade dos pintos (1ª semana, idade de 1 a 7 dias e 2ª semana, idades de 8 a 14 dias). Cada grupo de dez animais permaneceu no protótipo por uma hora e quarenta minutos e os dados foram coletados a cada 20 minutos.

Tabela 2 - Descrição do delineamento experimental em quadrado latino (5x5), considerando os grupos de aves em função dos horários e dias de experimento.

Horários	Dias de experimento				
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5
08:00 a 09:40	Grupo 4	Grupo 1	Grupo 5	Grupo 3	Grupo 2
10:00 a 11:40	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 4	Grupo 5
12:00 a 13:40	Grupo 1	Grupo 4	Grupo 2	Grupo 5	Grupo 3
14:00 a 15:40	Grupo 3	Grupo 5	Grupo 4	Grupo 2	Grupo 1
16:00 a 17:40	Grupo 5	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 1	Grupo 4

3.4. Protótipo utilizado para avaliação

Os animais foram inseridos em um protótipo para a avaliação do conforto térmico a partir da análise de frequência de atividades comportamentais durante o experimento. Os pintos permaneceram alojados no protótipo de acrílico, com dimensões de 1,25m x 1,25m x 0,81m, elevado do chão em um carrinho móvel. Internamente o protótipo estava equipado com duas lâmpadas de infravermelho de 150W para aquecimento (Philips, modelo PAR38), um bebedouro, um comedouro e cama de palha de arroz (Figura 2).



Figura 2 - Protótipo de acrílico, equipado com duas lâmpadas de infravermelho para aquecimento dos pintos e equipado internamente com sensores de monitoramento microclimático, cama de palha de arroz, comedouro e bebedouro.

O protótipo foi instalado em uma sala construída em alvenaria, o teto com forro de alvenaria, janelas e porta isolados do meio externo por material isolante, além de um ar-condicionado (Electrolux, modelo Ecoturbo VI07R/VE07R), programado para manter a sala em temperatura constante a 30°C.

3.5. Variáveis meteorológicas

Durante o experimento foram mensuradas no interior do protótipo as variáveis meteorológicas: Temperatura (°C) dentro do protótipo e na área externa e Umidade Relativa do ar (%) dentro do protótipo e na área externa.

Temperatura (°C) e Umidade Relativa do ar (%) foram mensuradas por um sensor Arduino (Figura 3A); a Temperatura do sensor da lâmpada (°C) com auxílio de um termostato (Digital, modelo STC-100; Figura 3B), que mantinha a temperatura a uma faixa constante, de modo a controlar o acionamento e desligamento das lâmpadas de aquecimento; a Temperatura controle (°C) com auxílio de um termômetro de mercúrio (Incoterm, modelo 5003; Figura 3C); e a concentração de dióxido de carbono (CO₂, ppm) com um detector de gases (MSA, modelo Altair 4XR; Figura 3D).

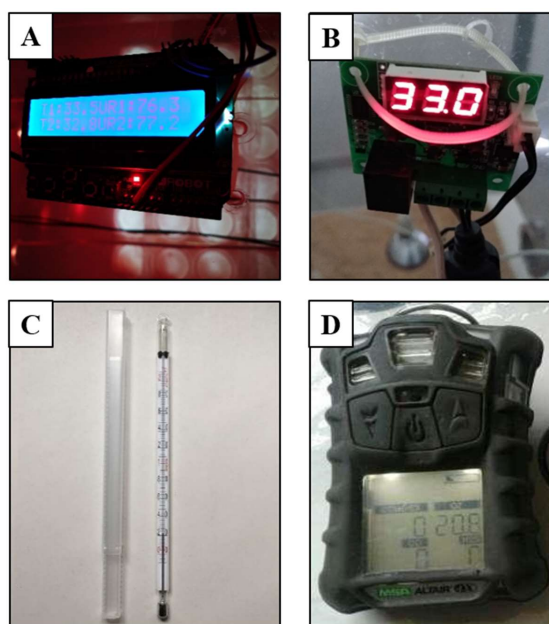


Figura 3 - Equipamentos utilizados para mensuração das variáveis meteorológicas (Temperatura, °C e Umidade Relativa do ar, %) dentro do protótipo, a placa arduino (A), o termostato (B), o termômetro de mercúrio (C), o detector de gases (D).

A avaliação das variáveis meteorológicas externas ao protótipo foram: Temperatura da sala (°C), Temperatura do ambiente externo a sala (°C), Umidade Relativa da sala (%) e Umidade relativa externa a sala (%), com o auxílio de termo higrômetros (Testo, modelo 608 – H1).

3.6. Análise comportamental das aves

Para a avaliação comportamental, foi elaborado um etograma de pesquisa (Tabela 3), com base no etograma elaborado por Baxter et al., (2018) para frangos de corte, onde foram mensuradas a frequência e quantidade de animais realizando os determinados comportamentos (Broom e Fraser, 2010), em intervalos de 20 minutos.

Tabela 3 - Etograma de pesquisa para a observação dos comportamentos dos pintos de corte avaliados no protótipo, com a descrição de cada comportamento, agrupados por categorias de comportamento, com a respectiva descrição. Adaptado de: Baxter et al. (2018)

Categorias	Comportamento	Descrição do comportamento
Ingestão	Ração	Quando a ave estava com a cabeça inclinada ou não, próximo ao comedouro e em contato com a ração
	Água	Quando a ave estava posicionada próximo ao bebedouro e com a cabeça inclinada (para baixo ou para cima)
Postura	Em pé	Quando a ave estava com as patas eretas
	Ócio	Quando a ave estava em decúbito, dormindo ou não
Atividade	Andar	Quando a ave posicionava as patas uma frente a outra para direcionar-se a outro espaço
	Bicar a cama	Quando a ave se inclinava e levantava em direção ao substrato, uma ou repetidas vezes
	Investigar penas	Quando a ave pressionava o bico entre suas asas ou peitoral

3.7. Análise estatística

Os dados meteorológicos foram submetidos a análise de variância pelo método dos quadrados mínimos, com os desdobramentos das médias a partir do teste Tukey a 5% de probabilidade, a partir do modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + Z_i + DZ_{ji} + HZ_{ki} + GZ_{li} + e_{ijkl}$$

Onde: Y_{ijkl} = São as respostas comportamentais de pintos de corte. μ = média aritmética, Z é o efeito fixo i^{th} zona de conforto térmico (i = recomendada e teste), DZ é o efeito aleatório do j^{th} interação entre o dia ($j = 3, 4, 5, \dots, 16$) e a zona de conforto, HZ é o efeito aleatório do k^{th} horário do dia ($k= 8:00$ às $9:40$, $10:00$ às $11:40$, $12:00$ às $13:40$, $14:00$ às $15:40$ e $16:00$ às $17:40$) e a zona de conforto, GZ é o efeito fixo do l^{th} interação entre grupo (GRUPO 1, GRUPO 2, GRUPO 3, GRUPO 4 e GRUPO 5) e a zona de conforto térmico, e é o erro aleatório.

Para os dados de comportamento foi feita análise de frequência e qui-quadrado a 5% de probabilidade, com auxílio do procedimento PROC FREQ do SAS.

4. Resultados e Discussão

4.1. Variáveis meteorológicas

As médias da temperatura do ar e a temperatura do sensor da lâmpada foram iguais a 32,3°C no tratamento recomendado e 29°C no tratamento teste (Figura 4) e não diferiram estatisticamente. A média da umidade relativa do ar diferiu estatisticamente entre os tratamentos e para a zona de conforto recomendado foi 58%, sendo menor que na zona de conforto teste, com média de 73%. A faixa de umidade relativa do ar ideal para frangos de corte é de 50% a 70% (Medeiros et al, 2005; Tinoco et al., 2004). No tratamento zona de conforto térmico teste, a umidade permaneceu todos os dias acima de 70%, o que segundo Tinoco et al. (2004), causa uma maior sensibilidade ao estresse térmico nas aves.

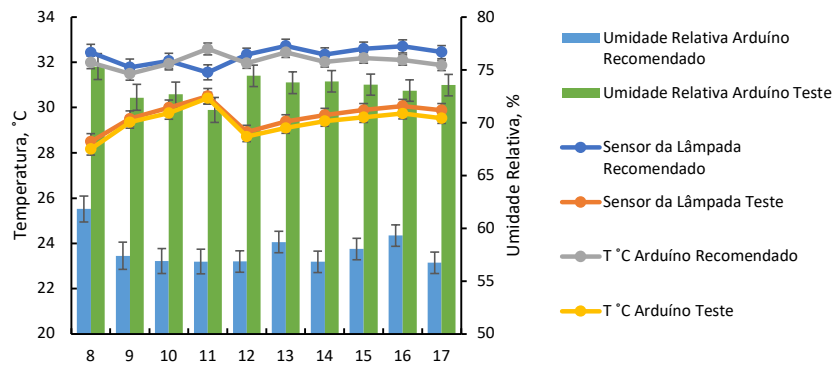


Figura 4 - Médias de temperatura do ar, (T °C) e umidade relativa do ar (UR, %) ao longo das horas do dia (8 às 17h), para a primeira fase: de 1 a 7 dias.

As médias de temperaturas do ar e do sensor da lâmpada foram de 29,4 °C na zona de conforto recomendado e na zona de conforto teste igual a 26°C entre 8h e 11h, com aumento para 28°C a partir de 12h até as 17h. A umidade relativa zona de conforto recomendado foi de 63% das 8h às 17h enquanto que na zona de conforto teste foi 81% das 8h às 12h e 73% das 13 às 17 horas (Figura 5).

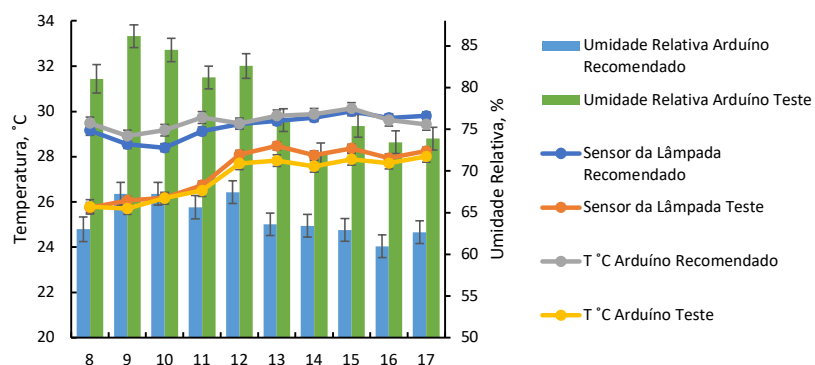


Figura 5 - Médias de temperatura do ar, (T °C) e umidade relativa do ar (UR, %) ao longo das horas do dia, para a segunda fase: de 8 a 14 dias.

4.2. Concentração de Dióxido de Carbono (CO₂)

Henn et al. (2015), comprovou que a produção de dióxido de carbono é proporcional ao potencial de produção de frangos, tende a aumentar conforme avança a idade da ave e segundo Almeida (2018), concentrações mais elevadas do gás estão relacionadas ao melhor desempenho e peso vivo do animal. A partir do décimo terceiro dia de vida dos pintos, a produção de dióxido de carbono foi 23% maior na zona de conforto teste (Figura 6) e as médias diferiram estatisticamente.

A concentração média de dióxido de carbono (CO₂, ppm) foi de 1044 ppm para a zona de conforto recomendada e 1076 ppm para o tratamento de zona de conforto teste na primeira semana e 957 ppm para a zona de conforto recomendada e 1041 ppm para a zona de conforto teste na segunda semana. As médias das concentrações de CO₂ tanto de 1 a 7 dias quanto de 8 a 14 dias foram mais elevadas no tratamento teste que no tratamento recomendado.

Segundo Hayes et al. (2013), concentrações de CO₂ superiores a 5000 ppm são letais para as aves e para fins de bem-estar animal, as concentrações não devem exceder 3000 ppm no ambiente de criação. As concentrações mensuradas tiveram o valor máximo de 1400 ppm.

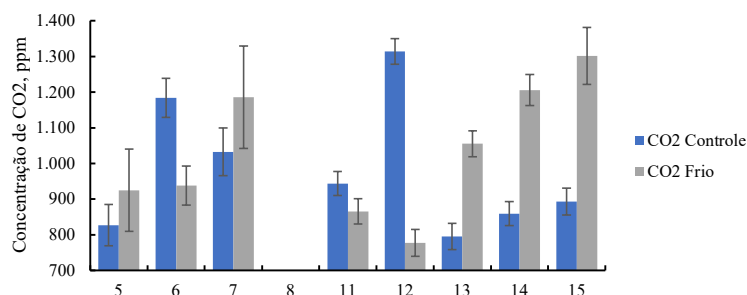


Figura 6 - Concentração média de dióxido de carbono (CO₂) do quinto ao décimo quinto dia de vida de pintos de corte durante os experimentos recomendado e teste.

4.3. Análises comportamentais

Os comportamentos avaliados foram agrupados em frequência de acesso do animal ao comedouro ou bebedouro, frequência de atividades do animal ao andar, investigar penas ou bicar a cama; e frequência de postura do animal em pé ou deitado. Na análise de frequência de acesso ao comedouro e ao bebedouro observou-se que os pintos da zona de conforto teste acessaram com mais frequência o recurso de ração e água (Figura 7) independentemente da idade (de 1 a 14 dias).

Para frangos de corte, é desejável que os animais façam a ingestão várias vezes por dia tanto de ração quanto de água, pois reflete em melhor desempenho zootécnico desses animais. De acordo com Yousaf et al. (2019), aves submetidas a temperaturas ambientais mais altas que a da zona de conforto térmico reduzem o consumo de ração, assim como o observado no presente estudo. Com relação ao consumo de água, Leeson et al. (2004), Pereira et al. (2008), Virden et al. (2009) e Yousaf et al. (2019) observaram que as aves acessaram mais frequentemente o recurso bebedouro quando em condições de estresse térmico.

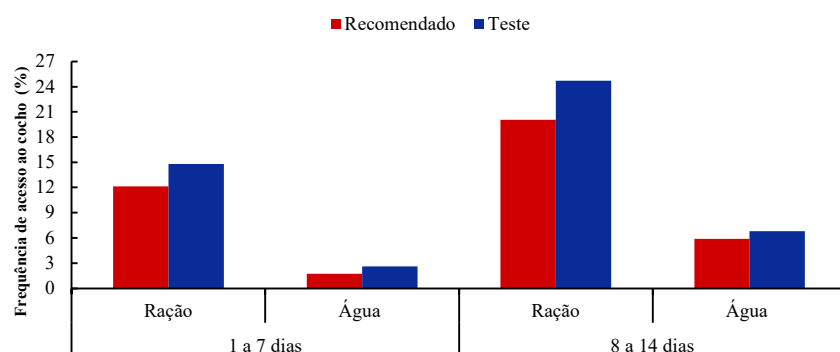


Figura 7 - Médias da frequência de acesso ao cocho de ração e ao bebedouro de pintos de corte de 1 a 14 dias submetidos a duas zonas de conforto térmico.

Ao analisar a frequência de atividades os pintos de 1 a 7 dias da zona de conforto teste, observou-se aumento na frequência de todos os comportamentos: andando, bicando a cama e investigando penas (Figura 8). Supõe-se que nessa fase da vida, a temperatura do ar seja determinante para a movimentação do animal. É de extrema importância o fornecimento de uma fonte de calor para o equilíbrio térmico do animal, que nesta faixa de idade 1 a 7 dias não conseguem gerar nem manter a temperatura do corpo de forma constante, e, portanto, necessitam do ganho de calor do ambiente (Velasquez-Toro et al., 2014). De acordo com os dados encontrados neste trabalho a temperatura do ar em torno de 29°C na primeira semana de vida (1 a 7 dias) na zona de conforto teste melhorou a movimentação dos animais, demonstrando conforto térmico e capacidade de exercer atividades vinculadas ao comportamento natural quando comparado aos pintos que permaneceram em temperatura de 32°C, recomendada pela literatura, diferentemente dos dados observados por Li et al. (2015), onde os animais que permaneceram em conforto, expressaram menos vezes ou por menor tempo esses comportamentos.

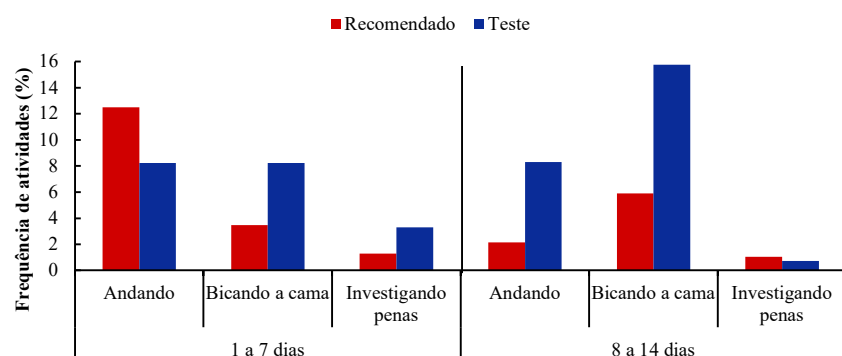


Figura 8 - Médias da frequência de atividades (andando, bicando a cama e investigando penas) de pintos de corte de 1 a 14 dias submetidos a duas zonas de conforto térmico.

A frequência de postura de pintos de corte foi observada pelos comportamentos em pé ou deitado, sendo que de 1 a 7 dias de idade o comportamento deitado foi maior nos pintos da zona de conforto recomendada. Esse resultado, possivelmente, está associado ao desconforto dos animais quando submetidos à zona de conforto recomendada pela literatura, pois de acordo com Li et al. (2015) e Nawab (2018), animais em estresse térmico passam mais tempo em ócio que desempenhando outras atividades quando comparado com animais em condições de conforto térmico (Figura 9).

Ainda de acordo com os dados encontrados por Li et al. (2015), o estresse térmico afeta significativamente o comportamento das aves de permanecerem em pé, pois quanto maior for o desconforto, mais tempo esses animais expressam o comportamento de permanecerem em pé. O mesmo foi observado para pintos com idade de 8 a 14 dias deste trabalho.

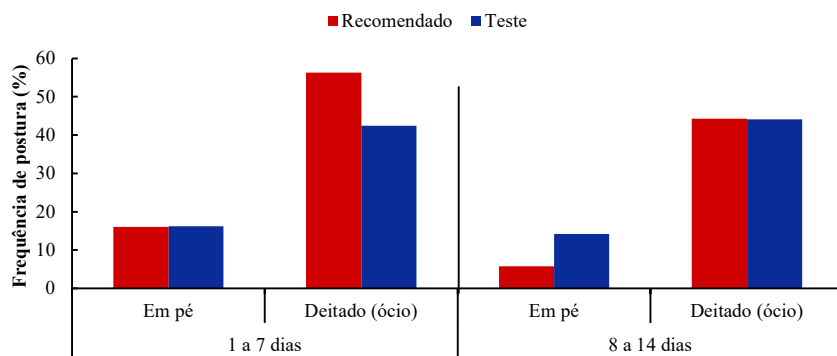


Figura 9 - Médias da frequência de postura (em pé ou deitado - ócio) de pintos de corte de 1 a 14 dias submetidos a duas zonas de conforto térmico.

5. Conclusão

Concluimos que a temperatura do ar que é preconizada como conforto térmico pela literatura para pintos de corte não condiz com o conforto para as linhagens atuais. Os animais, devida à maior atividade e ingestão de alimentos e água, necessitam de temperaturas mais baixas para que a expressão dos comportamentos naturais não seja prejudicada e, consequentemente, o seu bem-estar.

6. Referências

- Almeida, E. D., Sant'Anna, A. C., Crowe, T. G., Macari, M., & Furlan, R. L. (2018). Poultry rearing on perforated plastic floors and the effect on air quality, growth performance, and carcass injuries—Experiment 2: Heat stress situation. *Poultry science*, 97(6), 1954-1960.
- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2020. 2020. Disponível em: <<https://abpa-br.org/relatorios/>>. Acesso em: 06/04/2021.
- Baxter, M, Bailie, CL and O'Connell, NE 2018. Evaluation of a dustbathing substrate and straw bales as environmental enrichments in commercial broiler housing. *Applied Animal Behaviour Science* 200, 78–85.
- Bicego, K. C., Barros, R. C., & Branco, L. G. (2007). Physiology of temperature regulation: comparative aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 147(3), 616-639.
- Bicego, K. C., & Mortola, J. P. (2017). Thermal tachypnea in avian embryos. *Journal of Experimental Biology*, 220(24), 4634-4643.
- Broom, D.M.; Fraser, A.F. 2010. Comportamento e bem-estar de animais domésticos. 4.ed. Barueri: Manole, 438p.
- Cândido, M. G., Tinôco, I. D. F., Pinto, F. D. A. D. C., Santos, N. T., & Roberti, R. P. (2016). Determination of thermal comfort zone for early-stage broilers. *Engenharia Agrícola*, 36(5), 760-767.
- Cheng, T. K., Hamre, M. L., & Coon, C. N. (1997). Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy levels on broiler performance. *Journal of Applied Poultry Research*, 6(1), 1-17.
- Cordeiro, M. B. (2007). Análise de imagens na avaliação do comportamento, do bem-estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento.
- Hayes, M. D., Xin, H., Li, H., Shepherd, T. A., Zhao, Y., & Stinn, J. P. (2013). Heat and moisture production of Hy-Line brown hens in aviary houses in the Midwestern US. *Transactions of the ASABE*, 56(2), 753-761.
- Henn, J. D., Bockor, L., Borille, R., Coldebella, A., Ribeiro, A. M. L., & Kessler, A. M. (2015). Determination of the equation parameters of carbon flow curves and estimated carbon flow and CO2 emissions from broiler production. *Poultry science*, 94(9), 2303-2312.
- Leeson, S., & Walsh, T. (2004). Feathering in commercial poultry I. Feather growth and composition. *World's Poultry Science Journal*, 60(1), 42-51.
- Li, M., Wu, J., & Chen, Z. (2015). Effects of heat stress on the daily behavior of wenchang chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(4), 559-566.

Macari, M, Furlan, R L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: Silva, I. J. O. (Ed.). Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba: FUNEP, 2001.

Malheiros, R. D., Moraes, V. M. B., Bruno, L. D. G., Malheiros, E. B., Furlan, R. L., & Macari, M. (2000). Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. *Journal of Applied Poultry Research*, 9(1), 111-117.

Malheiros RD, Mows KM, Brunp LDG, Malheiros EB, Furlan RL, Macari M (2000) Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post hatch. *Poultry Science* 9:111–117.

Medeiros, C. M., Baêta, F. D. C., OLiveira, R. D., Tinôco, I. D. F., Albino, L. F. T., & Cecon, P. R. (2005). Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. *Engenharia na agricultura*, 13(4), 277-286.

Moraes VMB, Malheiros RD, Bruggeman V, Collin A, Tona K, Van As P, Onagbesan OM, Buyse J, Decuyper E, Macari M (2003) Effect of thermal conditioning during embryonic development on aspects of physiological responses of broilers to heat stress. *J Therm Biol* 28:133–140

Morimoto, T., 1998. Heat loss mechanisms. In: Blatteis, C. (Ed.), *Physiology and Pathophysiology of Temperature Regulation*. World Scientific, Singapore, pp. 79–91.

Nascimento, S. T., da Silva, I. J. O., Maia, A. S. C., de Castro, A. C., & Vieira, F. M. C. (2014). Mean surface temperature prediction models for broiler chickens—a study of sensible heat flow. *International Journal of Biometeorology*, 58(2), 195-201.

Nascimento ST, Maia ASC, Gebremedhin KG, Nascimento CCN. 2017 Metabolic heat production and evaporation of poultry. *Poultry Science* 0:1–8

Nawab, A., Ibtisham, F., Li, G., Kieser, B., Wu, J., Liu, W., ... & An, L. (2018). Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. *Journal of Thermal Biology*, 78, 131-139.

Oliveira, G. S., Santos, V. M., Rodrigues, J. C., Nascimento, S. T. (2019). Protótipo para o estudo do comportamento e da zona de conforto térmico de frangos de corte. *REVISTA EIXO*, 8(1).

Pawar, S. S., Sajjanar, B., Lonkar, V. D., Kurade, N. P., Kadam, A. S., Nirmal, A. V., ... & Bal, S. K. (2016). Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. *Adv. Anim. Vet. Sci*, 4(6), 332-341.

Pereira, D. F., & Nääs, I. D. A. (2008). Estimating the thermoneutral zone for broiler breeders using behavioral analysis. *Computers and electronics in agriculture*, 62(1), 2-7.

Roushdy, E. M., Zagloul, A. W., & El-Tarabany, M. S. (2018). Effects of chronic thermal stress on growth performance, carcass traits, antioxidant indices and the expression of HSP70, growth hormone and superoxide dismutase genes in two broiler strains. *Journal of thermal biology*, 74, 337-343.

Tallentire, C.W., Leinonen, I, Kyriazakis, I. Breeding for efficiency in the broiler chicken: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 36, 66(2016).

Velasquez PAT, Bicego KC, Mortola JP. 2014. Chicken hatchlings prefer ambient temperatures lower than their thermoneutral zone. *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A* 176, 13–19.

World Animal Protection. [Consumo às Cegas: Percepção do consumidor sobre o bem-estar animal](#). 2020. 56p.

Comentado [STN3]: O q é isso?

Comentado [AA4R3]: Um relatório