

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Bernardo Bevilaqua

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE FRANGOS DE CORTE
MEDIANTE DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS**

Santa Maria, RS
2016

Bernardo Bevilaqua

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE FRANGOS DE CORTE MEDIANTE
DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Martinez do Vale

Santa Maria, RS
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bevilaqua, Bernardo
COMPORTAMENTO INGESTIVO DE FRANGOS DE CORTE MEDIANTE
DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS / Bernardo Bevilaqua.-2016.
45 p. ; 30cm

Orientador: Marcos Martinez do Vale
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, RS, 2016

1. Ambiência 2. Calor 3. Consumo 4. Frio I. Martinez
do Vale, Marcos II. Título.

©2016

Todos os direitos autorais reservados a Bernardo Bevilaqua. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Br 158, nº260, Bl A1, Ap 201, Bairro Parque Pinheiro Machado, Santa Maria, RS.
CEP: 97030-620, Fone: (0xx)55 96882358, E-mail:bernardozoo14@hotmail.com

Bernardo Bevilaqua

**COMPORTAMENTO INGESTIVO DE FRANGOS DE CORTE MEDIANTE
DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Zootecnia**.

Aprovado em 25 de fevereiro de 2016:



Marcos Martinez do Vale, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)



Vladimir de Oliveira, Dr. (UFSM)



Priscila Becker Ferreira, Dra. (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e permitir que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida.

Agradeço aos meus pais, Adair Bevilaqua e Eni Bevilaqua pelo apoio, incentivo nas horas difíceis, de desânimo e cansaço, para mim foi muito importante, sou eternamente grato.

Muito obrigado aos meus irmãos, Adriano, Gilnei e Ricardo pela amizade e o apoio durante toda essa caminhada. Agradeço também minha cunhada Ana Maria por todo incentivo e amizade.

Agradeço ao meu amor, Vanessa Michelotti pelas conversas, pela ajuda durante o mestrado, pelo elogio que só vem de quem ama e principalmente, por te importares comigo, te amo!

Ao meu orientador Professor Marcos Martinez do Vale, pelo suporte, correções, incansáveis incentivos e amizade, muito obrigado.

Agradeço aos professores, Irineu Zanella, Paulo Santana Pacheco e Vladimir de Oliveira, por me proporcionar agregar conhecimento nesta etapa e pelo suporte para a realização do experimento.

Um agradecimento especial ao diretor do Colégio Politécnico Prof. Valmir Aita, ao diretor de infraestrutura Olney Machado Meneghello, ao Prof. Antônio Carlos Mortari, pela disponibilidade de local e material para realização do experimento e pelo auxílio na execução.

A minha colega de mestrado Daniela Regina Klein que ajudou a tornar realidade o projeto e incansavelmente colaborou para realização do experimento, muito obrigado.

Aos colegas de equipe, Maurício, João, Jaime e Tatiane, pelo companheirismo, amizade, aprendizado e ajuda neste trabalho, muito obrigado.

Agradeço a Prof^a. Priscila Becker Ferreira pela amizade e pela ajuda em trabalhos de pesquisa e por fazer parte desta etapa.

Aos professores Paulo Roberto Nogara Rorato e Fernanda Cristina Breda Mello pelos ensinamentos e colaboração nesta minha caminhada, muito obrigado.

Agradeço aos servidores da UFSM, que de alguma forma contribuíram com a construção da estrutura para o experimento.

A todos os amigos que fiz durante todo período de mestrado que de uma forma ou de outra me ajudaram a chegar até aqui, meu muito obrigado!

RESUMO

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE FRANGOS DE CORTE MEDIANTE DIFERENTES CONDIÇÕES TÉRMICAS

AUTOR: Bernardo Bevilaqua

ORIENTADOR: Marcos Martinez do Vale

O estresse térmico interfere diretamente no desempenho e consumo de alimento, sendo refletido através do comportamento animal. A utilização de animais como biossensores por intermédio do comportamento, torna-se mais eficiente que a monitoria da temperatura e umidade relativa do ar, permitindo capturar condições intermediárias de estresse. O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento ingestivo de frangos de corte submetidos a três diferentes condições térmicas ambientais através de análise de imagens. O experimento foi realizado em três câmaras climáticas sendo utilizados 108 frangos machos da linhagem Hubbard. As observações comportamentais foram realizadas nas aves com idades de 21, 28, 35 e 42 dias. Para cada idade foram alojadas 27 aves, nove por condição ambiental, durante 72 horas, em que 48 horas foram para adaptação e 24 horas para observação dos comportamentos através de captura de imagens e posterior avaliação. Em cada idade, as aves utilizadas foram distintas e identificadas individualmente. Todas as aves foram provenientes do mesmo lote e receberam água e ração *ad libitum*. Foram utilizados três tratamentos (Conforto = temperatura de recomendação da linhagem, Calor = 8°C acima da temperatura de conforto e Frio = 8°C abaixo da temperatura de conforto) com nove repetições, em que cada ave foi uma unidade experimental. Foram coletados os parâmetros de comportamento ingestivo: tempo de consumo, tempo de permanência, número de visitas diárias e horárias ao comedouro e ao bebedouro sendo submetidos ao teste de correlação de Pearson, à análise de variância com teste *F* a 5% de significância. Os dados de desempenho coletados foram quantidade de ração e água consumida por cada tratamento a cada hora e ganho de peso. Os comportamentos para os tempos horários de ocupação de área de bebedouro, comedouro e área livre foram afetados pelas condições térmicas com as aves respondendo de diferentes formas conforme a idade. As condições térmicas afetaram o número de visitas por hora e tempo de permanência por visita aos equipamentos. Houve alta correlação entre tempo de consumo e tempo de permanência nos equipamentos e entre tempo de permanência e quantidade consumida de ração e de água. A partir dos dados das aves em conjunto, foram geradas regressões para quantificar consumo e a intensidade de ingestão de água e ração através do tempo de permanência nas diferentes condições térmicas. As condições térmicas com uma variação de mais ou menos 8°C em torno do Conforto não afetaram o ganho de peso das aves, porém, influenciaram negativamente na uniformidade das aves que estavam fora de conforto térmico.

Palavras-chave: Ambiência. Calor. Consumo. Frio.

ABSTRACT

FEED INTAKE BEHAVIOR OF BROILER CHICKEN IN DIFFERENT THERMAL CONDITIONS

AUTHOR: Bernardo Bevilaqua
ADIVISOR: Marcos Martinez do Vale

Heat stress directly affects the performance and feed intake, being reflected by animal behavior. The use of animals as biosensors through the behavior, it is more efficient than the monitoring of temperature and relative humidity, allowing you to capture intermediate stress conditions. The aim of this study was to evaluate the ingestive behavior of broiler chickens under three different temperature conditions through image analysis. The experiment was carried out in three climatic chambers being used 108 male chickens of Hubbard lineage. Behavioral observations were performed in poultry aged 21, 28, 35 and 42 days. For each age were housed 27 birds per nine ambient condition for 72 hours, wherein 48h for adaptation and 24 hours for observation of behaviors through pictures and capture further evaluation. In every age, the birds used were distinct and individually identified. All birds were from the same batch and received food and water ad libitum. We used three treatments (Comfort = recommendation temperature strain, Heat = 8 ° C above the comfort temperature and Cold = 8 ° C below the comfort temperature) with nine replicates, each bird was an experimental unit. We collected the feeding behavior parameters: time consumption, length of stay, number of daily visits and time to the feeder and water dispenser being submitted to the Pearson correlation test, analysis of variance F test at 5% significance. Performance data were collected amount of food and water consumed by each treatment every hour and weight gain. Behaviors for the times cooler area of occupation times, feeder and open area were affected by the thermal conditions with the birds respond differently according to age. The thermal conditions affect the number of visits per hour and time of visit by staying the equipment. There was a high correlation between time consumption and time spent on equipment and between length of stay and amount consumed feed and water. From the data of birds together regressions were generated to quantify intake and water intake of feed intensity and residence time through the different thermal conditions. The thermal conditions with a variation of plus or minus about 8 ° C Comfort did not affect the weight gain of the birds, however, adversely affected in the uniformity of the birds that were out of thermal comfort.

Keywords: Ambience. Heat. Feed intake. Cold.

LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|---------------------------------|
| g | Gramas |
| °C | Grau Celsius |
| h | Hora |
| ITU | Índice de Temperatura e Umidade |
| m ³ | Metro Cúbico |
| m ² | Metro Quadrado |
| mL | Mililitros |
| min | Minutos |
| PVC | Policloreto de Polivinila |
| Kcal | Quilo Caloria |
| BTUs | Unidade Térmica Britânica |
| W | Watts |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Efeito da temperatura ambiente no metabolismo animal e na temperatura corporal..... | 14 |
| Figura 2 - Detalhes sobre isolamento das câmaras e da estrutura com as tampas abertas..... | 19 |
| Figura 3 - Detalhes do comedouro e bebedouro..... | 20 |
| Figura 4 - Temperaturas observadas nas condições de Conforto, Calor e Frio conforme a idade das aves..... | 25 |
| Figura 5 - Porcentagem de tempo diário despendido pelas aves no comedouro, bebedouro e em área livre..... | 27 |
| Figura 6 - Consumos de ração de frangos de corte em função do tempo de permanência ao comedouro observado nas condições de Conforto, Calor e Frio conforme a idade das aves..... | 34 |
| Figura 7 - Consumos de água de frangos de corte em função do tempo de permanência ao bebedouro observado nas condições de Conforto, Calor e Frio conforme a idade das aves..... | 35 |
| Figura 8 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 21 dias de idade..... | 36 |
| Figura 9 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 28 dias de idade..... | 37 |
| Figura 10 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 35 dias de idade..... | 37 |
| Figura 11 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 42 dias de idade..... | 38 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Peso inicial das aves selecionadas e o peso esperado pela linhagem conforme a idade..... | 21 |
| Tabela 2 - Tratamentos conforme a idade de criação das aves..... | 21 |
| Tabela 3 - Níveis nutricionais das dietas conforme a idade das aves..... | 22 |
| Tabela 4 - Umidade relativa média diária e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio diário obtido nas câmaras climáticas conforme tratamento e a idade das aves..... | 26 |
| Tabela 5 - Médias diárias e horárias de tempos e números de visitas realizadas pelas aves de acordo com o tratamento nas idades 21 e 28 dias..... | 28 |
| Tabela 6 - Médias diárias e horárias de tempos e números de visitas realizadas pelas aves de acordo com o tratamento nas idades 35 e 42 dias..... | 30 |
| Tabela 7- Correlações entre o tempo de consumo de ração e de água com o tempo de permanência no comedouro e no bebedouro respectivamente..... | 32 |
| Tabela 8 - Modelos de regressão para consumo de ração e de água, coeficiente de determinação e probabilidade da correlação para cada tratamento em cada idade..... | 33 |
| Tabela 9 - Consumo médio de ração, água, ganho de peso, conversão alimentar e relação de consumo de mililitros de água por gramas de ração das aves por tratamento conforme a idade..... | 39 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 2.1 | AMBIÊNCIA | 12 |
| 2.2 | ESTRESSE TÉRMICO | 15 |
| 2.3 | FISIOLOGIA INGESTIVA DO ALIMENTO E DE ÁGUA | 16 |
| 2.4 | ESTUDO COMPORTAMENTAL E ANÁLISE DE IMAGENS | 17 |
| 3 | MATERIAL E MÉTODOS | 19 |
| 3.1 | LOCAL, ÉPOCA E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS | 19 |
| 3.2 | ANIMAIS | 20 |
| 3.3 | CONDIÇÕES AMBIENTAIS | 21 |
| 3.4 | ALIMENTAÇÃO | 22 |
| 3.5 | MONITORAMENTO DAS AVES | 23 |
| 3.6 | PARÂMETROS DE COMPORTAMENTO E DE DESEMPENHO | 23 |
| 3.7 | DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 24 |
| 4 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 25 |
| 5 | CONCLUSÕES | 40 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 41 |

1 INTRODUÇÃO

O uso da inovação e da tecnologia são os principais fatores responsáveis pelo bom resultado na produção de frangos de corte. De 1957 a 2005, a taxa de crescimento de frangos aumentou mais de 400%, com uma melhoria simultânea de 50% na conversão alimentar. As taxas anuais de aumento do peso corporal e da conversão alimentar aos 42 dias no período de 1957 a 2005 foram de 3,30% e 2,55%, respectivamente. Durante um período de quase 50 anos, o segmento de criação de frangos foi capaz de reduzir a quantidade de ração requerida pela metade para produzir carne de frango, e 67% para carne de peito, considerando a ração como dois terços do custo da produção (ZUIDHOF et al., 2014).

O avanço da cadeia se dá pelo bom desempenho ao melhoramento genético, controle e condições sanitárias, melhorias na nutrição e no manejo da criação (PATRICIO et al., 2012). Dentro do fator de manejo da criação e das instalações, há uma série de fatores que podem prejudicar o desempenho, destacando-se o estresse por calor. A susceptibilidade das aves ao estresse térmico aumenta à medida que a umidade relativa e a temperatura ambiente excedem a zona de conforto da ave, pois dificultam a dissipação de calor e incrementam a temperatura corporal, com efeito negativo sobre o desempenho (BORGES et al., 2003).

O estresse térmico interfere diretamente sobre o consumo de alimento e desempenho produtivo das aves (CARVALHO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2006; TAKAHASHI et al., 2009; TINÔCO, 2001), sendo necessário um diagnóstico rápido dos fatores responsáveis. Através do comportamento das aves é possível realizar a avaliação e controles interativos do conforto térmico dos animais. A busca por respostas para condições não agudas ou intermediárias de estresse é importante, pois a identificação de comportamentos preliminares de estresse auxilia na construção de sistemas mais refinados, como na análise de imagens.

Entender o comportamento dos animais possibilita melhorar aspectos de manejo, sendo promissor na identificação de anormalidades em consequência da resposta do animal. O uso de análise de sinais comportamentais supera os problemas inerentes ao método convencional, que utilizam o controle por intermédio de sensores de temperatura e umidade do ar, pois se utilizam dos próprios animais como biossensores em resposta aos estímulos do ambiente por meio de análise comportamental (XIN; SHAO, 2002).

Os fundamentos do sistema da monitoria ambiental baseada no comportamento animal são de que estes reagem a seu ambiente espacial e temporal, facilitando estudos quantitativos sobre os padrões de comportamento normal e anormal. O estudo de imagens

do comportamento animal e o processo de avaliação envolvem uma câmera de vídeo, o qual registra o comportamento dos animais em tempo real ou, eventualmente, em um modo de espaço de tempo (NÄÄS et al., 2012).

Considerando que a interação de fatores ambientais e alimentares está relacionada a expressões comportamentais, estas devem ser melhor compreendidas para um desenvolvimento de sistemas controladores fundamentados no comportamento das aves.

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento ingestivo de frangos de corte mantidos em diferentes condições térmicas através de análise de imagens.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 AMBIÊNCIA

As aves são consideradas animais homeotérmicos, tendendo a manter a sua temperatura corporal dentro de uma faixa adequada, oscilando entre 41 e 42°C, ao longo de uma ampla gama de temperaturas ambiente (DONKOH, 1989; WELKER et al., 2008). A temperatura interna corporal é mantida por meio de um mecanismo hipotalâmico que regula a perda e retenção de calor. A maior parte do calor é perdida por radiação, condução e convecção a partir da superfície do corpo, denominadas como troca de calor sensível (RETELATTO et al., 2008). As aves podem perder até 70% de calor extra produzido, porém a velocidade de perda é influenciada pela temperatura ambiental. Em situações que estes mecanismos de perda de calor sensível não são suficientes, a ave aumenta a taxa respiratória, que ocasiona um aumento do ar circundante pelo aparelho respiratório e, conseqüentemente, a perda de calor latente devido à evaporação da água contida na superfície deste órgão (RETELATTO et al., 2008).

O ITU (Índice de Temperatura e Umidade) indica a resposta de um animal à temperatura e umidade, ressaltando a importância na relação dos componentes térmicos sensível e latente (XIN et al., 1992). Chepete et al. (2005) desenvolveram equações para a obtenção do ITU em frangos de corte de três e quatro semanas de idade: $ITU_{3-4} = 0,62T_{db} + 0,38T_{wb}$ e para frangos de cinco e seis semanas $ITU_{5-6} = 0,71T_{db} + 0,29T_{wb}$ (T_{db} = Temperatura de bulbo seco; T_{wb} = Temperatura de bulbo úmido), cada equação considerou a idade da ave, pelo motivo de contabilizar as alterações fisiológicas.

O ITU médio maior que 23°C, calculado a partir de dados ambientais provenientes de estações meteorológicas, é capaz de produzir mortalidade alta em frangos com mais de 28 dias quando as instalações não são climatizadas (VALE et al., 2008). Com o uso de instalações com climatização mínima (ventilação e nebulização) as condições para elevar a mortalidade estão relacionadas com ITU máximo diário acima de 30,6°C. As condições de climatização mínima permitem um melhor conforto das aves e, neste sistema, as máximas externas ao aviário devem ser inferiores a 34,4°C de ITU para não gerar mortalidade elevada em aves com idade entre 30 e 40 dias (VALE et al., 2010).

As aves têm sua capacidade de suportar calor inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Quanto maior for a umidade relativa do ar, maiores serão as

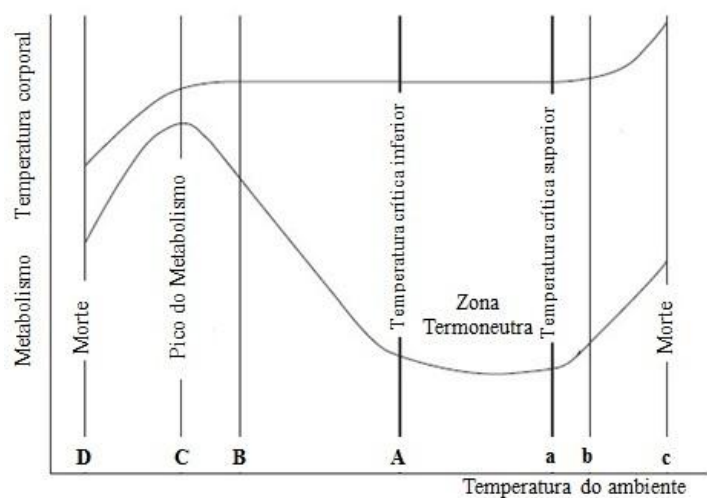
dificuldades para a ave remover calor interno pelas vias aéreas por trocas de calor latente, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et al., 2006).

Dentro da faixa de temperatura de homeotermia existe outra zona térmica mais estreita denominada zona de conforto térmico ou de termoneutralidade. A importância do conforto animal reside no fato de que, na faixa da termoneutralidade, o gasto de energia para a manutenção do animal é mínimo e a energia metabolizada pode ser direcionada quase que na totalidade para os processos produtivos, não ocorrendo perda de energia devido ao mecanismo de termorregulação (CHAIRMAN, 2001; TAKAHASHI et al., 2009). Além das diferenças entre espécies, a faixa termoneutra varia de acordo com a raça, idade, peso corporal e outros fatores (TAKAHASHI et al., 2009).

A temperatura considerada ideal para o desenvolvimento de frangos de corte é gradualmente reduzida, de 32°C na primeira semana de vida para condição igual ou abaixo dos 22°C em idade adulta (ABREU; ABREU, 2011; YALCIN et al., 1997). Para Furtado et al. (2003) e Tinôco (2001) um ambiente é tido como confortável para frangos quando apresenta temperaturas de 22 a 27°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Em frangos de corte adultos, a temperatura mais recomendada é 26°C, enquanto a umidade relativa do ar de 55% (MEDEIROS et al., 2005).

Em situações que a temperatura do ambiente e a umidade relativa se elevam da zona termoneutra (Figura 1), as aves perdem a capacidade de dissipar o calor através de mecanismos cutâneos e evaporativos, tendo como resultado a elevação da temperatura corporal e o aparecimento dos sintomas do estresse por calor (CURTO et al., 2007). A produção de calor é contínua, mas varia nas diferentes condições fisiológicas e metabólicas como o repouso, movimento, alimentação, digestão, produção de ovos, atividade reprodutora, entre outras (RESTELATTO et al., 2008).

Figura 1 - Efeito da temperatura ambiente no metabolismo animal e na temperatura corporal.



Fonte: Adaptado de Renaudeau et al. (2012).

A zona termoneutra é o intervalo de temperatura ambiente entre os limites inferior e superior da temperatura crítica (faixa entre **A** e **a**), em que a produção de calor é relativamente constante para uma dada ingestão de energia. Quando a temperatura sai da zona de conforto para baixo (redução da temperatura ambiente) o animal utiliza de ajustes neuroendócrinos de resposta rápida como vasoconstrição, piloereção (ereção de penas nas aves) e utilização da termogênese proveniente do tecido adiposo marrom, que resultam em uma leve conservação de calor (faixa entre **A** e **B**). Se a temperatura ambiente continua reduzindo, o animal aumenta o seu metabolismo até o máximo através do aumento da atividade muscular, tremores musculares e aumento do consumo de ração. Conseqüentemente aumenta a produção de calor, porém a temperatura corporal tem uma leve diminuição (faixa entre **B** e **C**). Mas se a temperatura ambiente continuar reduzindo, o animal perde a capacidade de produzir calor, sua temperatura corporal começa a baixar rapidamente até atingir a temperatura letal (hipotermia) e o animal morre de frio (faixa entre **C** e **D**).

Quando a temperatura ambiente sobe acima da zona de conforto térmico, o animal lança mão de ajustes funcionais rápidos como a vasodilatação, aumento da frequência respiratória, aumenta o consumo de água e tenta maximizar a perda de calor pela sudorese e taxa respiratória (faixa entre **a** e **b**). Com um contínuo aumento da temperatura, esses ajustes funcionais não surtem mais efeito e a temperatura corporal começa a aumentar, sem opções para incremento da perda de calor, o animal entra em hipertermia e morre (faixa entre **b** e **c**).

Na faixa de **a** para **b** e logo após **A** para **B**, uma série de ações voluntárias comportamentais acompanham a resposta neuroendócrina autonômica como esforço voluntário do animal para a aquisição de conforto e redução do impacto da mudança física ambiental.

2.2 ESTRESSE TÉRMICO

O estresse é a resposta biológica provocada quando um indivíduo percebe uma ameaça à sua homeostase (MOBERG; MENCH, 2000). Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves em condições ambientais de calor, está a vasodilatação periférica, aumento da área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica (BORGES et al., 2003), elevação da temperatura retal, aumento da frequência respiratória, alteração sanguínea de pH, concentração de CO₂, níveis de bicarbonato, osmolaridade do plasma e concentração de potássio (TOYOMIZU et al., 2005).

Quando a ave se encontra fora da zona de conforto, a resposta fisiológica da ave ao estresse térmico pelo excesso de calor acarreta o decréscimo do desempenho produtivo, reprodutivo e a resistência do organismo, ocorrendo uma queda no consumo de ração, com efeitos sobre o ganho de peso, aumento da conversão alimentar e mortalidade (TINÔCO, 2001). Segundo Takahashi et al. (2009), com a temperatura ambiente elevada, acima de 25°C, ocorre redução no ganho de peso de frangos de corte, na ordem de 0,33g a cada um °C de aumento de temperatura acima do conforto térmico.

No caso de aves de postura e reprodutoras na condição de estresse térmico, ocorre uma redução na espessura da casca, número e peso dos ovos, queda na incubabilidade, peso dos pintainhos e na taxa de fertilidade. O problema com calor em excesso se agrava com o desenvolvimento da ave, pois existe uma correlação negativa da dissipação de calor com o peso corporal (TINÔCO, 2001).

Frangos de corte criados de 1 a 49 dias e mantidos no calor (32°C) apresentaram uma redução de 22% no consumo de ração em relação às aves alojadas no ambiente de conforto (25°C ± 2,99°C). Não só a temperatura é um fator determinante, pois quando a umidade relativa do ar é elevada de 40% para 75% na condição de calor, o consumo de ração é afetado negativamente (OLIVEIRA et al., 2006).

2.3 FISILOGIA INGESTIVA DE ALIMENTO E DE ÁGUA

O consumo de alimento das aves tem a maior parte controlada pelo hipotálamo através de neurotransmissores. Do ponto de vista fisiológico, o comportamento alimentar não é somente dirigido para o atendimento de uma exigência, mas também, pela necessidade de estabelecer equilíbrio orgânico (MACARI et al., 2002).

No sistema de alimentação à vontade, as aves consomem alimentos para satisfazer suas necessidades de energia, porém o aumento na relação energia:proteína pode resultar em um menor consumo de nutrientes, regulado pela ingestão energética, abaixo das necessidades, piorando o desempenho das aves (MENDES et al., 2004; ROCHA et al., 2003; SAKOMURA et al., 2004; SILVA et al., 2001; SILVA et al., 2003).

Outro fator que afeta a capacidade ingestiva de alimento é a temperatura ambiente, em que a ave busca a homeostase, alterando o consumo de alimento (LEESON; SUMMERS, 2000; OLIVEIRA et al., 2006; TAKAHASHI et al., 2009; TINÔCO, 2001). O desempenho das aves é afetado quando as condições de temperatura ambiente ficaram entre 21 a 27°C, em virtude do menor consumo de ração, causado pela menor exigência de energia das aves (ROSTAGNO et al., 2011). A cada unidade de temperatura acrescida à faixa de conforto em frangos de 21 a 42 dias de idade, o consumo de ração reduz linearmente em 32,4g no período (SIQUEIRA, 2006).

A quantidade de água para atender as necessidades de frangos de corte varia de acordo com a idade, a temperatura ambiente e a composição da dieta. No organismo das aves, a água é distribuída em dois tipos de fluidos: o intracelular e o extracelular. O intracelular é a água que está dentro das células, e constitui cerca de 2/3 da água total da ave proporcionando o meio fluido ideal para os processos químicos de obtenção de energia dos alimentos. O fluido extracelular é composto pelo 1/3 de água presente entre as células, constituído pelo componente aquoso do sangue, água do sistema linfático, pelo humor aquoso e pelos líquidos que ocupam cavidades serosas (PIZAURO JR, 2012).

Os mecanismos que regulam a homeostase durante períodos de estresse pelo calor estão associados ao volume de urina excretado, podendo aumentar até 60% (BELAY; TEETER, 1993), havendo redução na produção do hormônio antidiurético (arginina-vasotocina) resultando em menor absorção nos túbulos renais. O equilíbrio hídrico é bem regulado durante períodos de estresse por esse mecanismo, desde que as aves tenham acesso à água de bebida (MACARI et al., 2012).

O organismo das aves tem adaptações específicas em razão das condições a que são submetidas, principalmente ligadas à conservação de água corporal. Em condições de deficiência hídrica, a ave mantém o equilíbrio através da retenção de água corporal pela reabsorção no sistema renal (MACARI et al., 2012).

2.4 ESTUDO COMPORTAMENTAL E ANÁLISE DE IMAGENS

O comportamento animal é definido como toda manifestação ou resposta de um efator que possa ser medida, alteradas por estímulos externos e internos (MACARI et al., 2002). Em ambiente natural o comportamento das aves é expresso pela utilização do espaço, proteção das penas (glândulas do uropígio), ciscar, banhar, empoleirar, entre outros, porém, com o uso do sistema intensivo de criação, alguns comportamentos estão mudando. A utilização das glândulas do uropígio e o ato de comer pedriscos para auxiliar a maceração do alimento na moela quase não são mais presenciados (CAMPOS, 2000).

O conhecimento do comportamento dos animais possibilita melhorar aspectos de manejo, sendo promissor na identificação de anormalidades em consequência da resposta do animal. Alguns estudos foram desenvolvidos para analisar o comportamento de frangos de corte: em relação à influência da altura do comedouro (ROLL et al., 2010); análise do comportamento de agrupamento/dispersão de pintainhos mantidos sob sistema de aquecimento (CORDEIRO et al., 2011); e a avaliação do tempo utilizado ao bebedouro e comedouro, quando as aves são submetidas a situações de estresse em câmara climática (SEVEGNANI et al., 2005).

No estudo de Sevegnani et al. (2005) foi identificado que as aves diminuíram o tempo passado no comedouro, conforme a idade e a condição de estresse, visto que, quanto mais velhas e quanto mais quente e úmido, menos tempo foi gasto junto ao comedouro na ingestão de ração, cujo comportamento é explicado pela clássica condição do estresse térmico, em que o frango diminui a ingestão calórica para evitar mais aporte de energia ao seu organismo. Pôde-se observar que quanto mais quente e úmido o ambiente e quanto mais velha a ave, maior foi o tempo gasto na ingestão de água.

O comportamento associado à ingestão de alimento fornece base científica para melhorar a concepção e a gestão da alimentação (PUMA et al., 2001). Gates e Xin (2001) ressaltam que quando são comparados algoritmos processadores de informação, o processamento de imagens representa melhor os comportamentos, tanto ingestivo como no

restante do tempo e que pode ser utilizado para avaliar o impacto de fatores de estresse ambiental sobre o comportamento de alimentação.

Estudos de comportamento também foram realizados com matrizes de corte: na avaliação de frequências de eventos comportamentais com estimativa de bem estar para apresentar um suporte de decisão com base na teoria de conjuntos *fuzzy* (PEREIRA et al., 2008); na identificação da aglomeração de fêmeas reprodutoras pesadas, como resposta a alterações nas condições ambientais em que foram criadas e o desenvolvimento de algoritmo para descrever o padrão de aglomeração (NÄÄS et al., 2012); e a verificação da influência direta do ambiente térmico nos comportamentos das aves, através das observações de limpar penas, espojamento, espreguiçar, prostrar, correr, deitar, ciscar, abrir asas, arrepiar penas, ameaçar, perseguir, montar e bicar (PEREIRA et al., 2005).

A análise por imagens é utilizada para mensurar o comportamento e compreender os fenômenos ocorrentes. Esta técnica foi utilizada nos estudos acima citados (CORDEIRO et al., 2011; NÄÄS et al., 2012; PEREIRA et al., 2005; PEREIRA et al., 2008; ROLL et al., 2010; SEVEGNANI et al., 2005). A análise de imagens também foi utilizada como suporte na metodologia do estudo de correlação entre vocalização e ambiente térmico na fase inicial de frangos de corte (MOURA et al., 2008). Pode ser utilizada ainda para quantificar a distribuição da temperatura superficial do corpo da ave, determinar a relação de proporção da taxa de perda de calor e de resfriamento em função do peso e da idade da ave e realizar avaliações morfológicas (ABREU et al., 2012).

Em estudos com galinhas poedeiras, sobre avaliação de aspectos relacionados ao comportamento animal, principalmente quanto à presença de cama ou de ninho em substituição ao sistema convencional (gaiolas), também foi utilizada a análise de imagens como ferramenta metodológica (BARBOSA FILHO et al., 2007; SILVA et al., 2006).

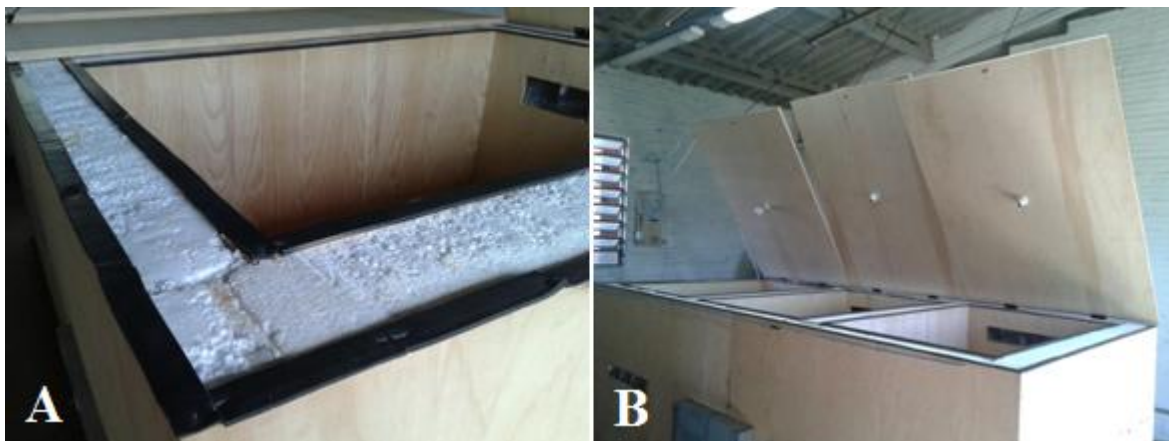
Silva et al. (2004) observaram diferenças no padrão de ingestão de água em diferentes bebedouros durante estresse por calor. As aves com fornecimento em bebedouros do tipo *nipple* acessaram mais vezes o bebedouro, comparado ao pendular, afetando o ganho de peso e consumo das aves.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL, ÉPOCA E CONDIÇÕES EXPERIMENTAIS

O experimento foi realizado no Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria, no período de setembro a outubro de 2015, em sala experimental contendo três câmaras climáticas, cada qual medindo 0,8 x 1,1 x 1,1 m de largura, profundidade e altura, respectivamente. As câmaras eram compostas por paredes isoladas de isopor (12 cm de espessura) e revestidas com placas aglomeradas de madeira de 18 mm de espessura (Figura 2). A climatização do ambiente de cada câmara foi mantida por intermédio de ar condicionado de 30 mil BTUs com capacidade de renovação mínima de ar de $11,61\text{m}^3\text{h}^{-1}$.

Figura 2 - Detalhes sobre isolamento das câmaras e da estrutura com as tampas abertas.



Fonte: Autor.

^A Detalhe do isolamento das câmaras. ^B Estrutura das câmaras com as tampas abertas.

Cada câmara tinha o piso recoberto com 10 cm de casca de arroz, equipado com um comedouro tubular adaptado, disponibilizando três centímetros por ave (densidade igual à de alojamento convencional), tendo seu peso coletado a cada hora. O fornecimento de água foi realizado por um bebedouro tipo *nipple* em um cano de PVC de $\frac{1}{2}$ polegada ligado a um compartimento de água em tubo de PVC de 100 mm. Este tubo foi adaptado com régua de 1,0 m e mangueira transparente e com bóia de nível. O registro do consumo de água foi coletado em centímetros de declínio do nível de água por hora, e posteriormente transformados em mL h^{-1} . Ilustração do comedouro e bebedouro está na Figura 3. Cada câmara também possuía uma lâmpada fluorescente de 11W, uma entrada e uma saída de ar.

Figura 3 - Detalhes do comedouro e bebedouro.



Fonte: Autor.

^AComedouro. ^BSuporte do Comedouro. ^CLocalização do bebedouro. ^DReservatórios de água. ^ERégua de nível dos reservatórios. ^FBebedouro tipo *nipple*.

3.2 ANIMAIS

Foram utilizados 108 frangos de corte machos da linhagem Hubbard, progênie de matrizes de 51 semanas de idade. Os frangos foram provenientes de um lote de 600 aves criadas em um aviário experimental convencional nas proximidades da sala das câmaras climáticas. O aviário possuía seis boxes de 30 m² sendo que cada um com bebedouros pendulares e comedouros tubulares em número suficiente para atender as recomendações da linhagem.

Foram selecionadas, semanalmente, 27 aves em função da homogeneidade na conformação e peso corporal (Tabela 1) para utilização nas câmaras, sendo alojadas nove aves cada, obtendo uma densidade de 12 aves m²⁻¹.

Tabela 1 - Peso inicial das aves selecionadas e o peso esperado pela linhagem conforme a idade.

| Idade | Peso médio das aves selecionadas (g) | Peso médio da linhagem ¹ (g) |
|---------|--------------------------------------|---|
| 21 dias | 924,96 ± 48,3 | 960 |
| 28 dias | 1442,25 ± 62,5 | 1549 |
| 35 dias | 1998,18 ± 76,5 | 2243 |
| 42 dias | 2620,15 ± 58,5 | 2976 |

¹Linhagem Hubbard (HUBBARD, 2011).

O período experimental foi de quatro semanas, divididos em quatro períodos. Em cada período as aves eram alojadas por 72 horas nas câmaras climáticas, das quais 48 horas para adaptação e, 24 horas para observação e coleta de dados. No período de adaptação as aves receberam os mesmos manejos que nas coletas, mas sem exposição aos tratamentos. Os períodos corresponderam a aves de 21, 28, 35 e 42 dias de idades.

As aves foram marcadas individualmente com tinta spray no dorso a partir de moldes vazados, de forma a permitir identificação individual via sistema de monitoria de imagens.

3.3 CONDIÇÕES AMBIENTAIS

As câmaras foram reguladas para proporcionar três condições ambientais, as quais constituem os tratamentos testados: Conforto (temperatura de recomendação da linhagem), Calor (8°C acima do Conforto) e Frio (8°C abaixo do Conforto) (Tabela 2). A opção em mais ou menos 8°C considerou uma variação térmica passível de ocorrer em aviários com climatização mínima e proporcionar condições amenas de estresse.

Tabela 2 - Tratamentos conforme a idade de criação das aves.

| Tratamento | Idade | | | |
|------------|---------|---------|---------|---------|
| | 21 dias | 28 dias | 35 dias | 42 dias |
| Conforto | 21°C | 20°C | 19°C | 18°C |
| Calor | 29°C | 28°C | 27°C | 26°C |
| Frio | 13°C | 12°C | 11°C | 10°C |

O ambiente interno das câmaras foi monitorado por registrador digital (Instrutherm HT-500), regulados para registrar a cada 30 minutos a temperatura e a umidade relativa nas proximidades da área de ocupação das aves.

A velocidade do vento foi medida no início e final de cada período por intermédio de anemômetro de fio quente (Highmed HM-385), sendo calculada a vazão de ar no interior das câmaras, constatando a renovação completa do ar a cada 5 minutos. Foram registradas as intensidades luminosas por intermédio de luxímetro (Instrutherm LDR-225) para padronização, sendo mantido um fotoperíodo de 16 horas de luz (25 lux) em todas as câmaras. As condições ambientais e manejos de criação seguiram as diretrizes de padrões de cuidados com animais (Humane Farm Animal Care, 2009).

Foi calculado o ITU médio diário através de equações descritas por Chepete et al. (2005) conforme a idade da ave, utilizando a temperatura média de bulbo seco (valores coletados pelos registradores digitais) e temperatura de bulbo úmido. Para obtenção da temperatura de bulbo úmido foi utilizado a metodologia descrita por Stull (2011) em que utiliza a temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar.

3.4 ALIMENTAÇÃO

Em todos os tratamentos foram fornecidos água e ração *ad libitum*. A ração com base milho e soja, foi formulada de acordo com a idade das aves atendendo as exigências nutricionais segundo Rostagno et al. (2011; Tabela 3).

Tabela 3 - Níveis nutricionais das dietas conforme a idade das aves.

| Níveis calculados | Idade | | |
|------------------------------------|--------------|---------|---------|
| | 21 e 28 dias | 35 dias | 42 dias |
| Energia Metabolizável (Kcal/kg) | 3153 | 3198 | 3247 |
| Proteína Bruta (%) | 19,87 | 19,03 | 18,16 |
| Cálcio (%) | 0,75 | 0,66 | 0,61 |
| Fósforo Digestível (%) | 0,29 | 0,28 | 0,26 |
| Sódio (%) | 0,20 | 0,20 | 0,19 |
| Lisina Digestível (%) | 1,10 | 1,05 | 1,00 |
| Metionina Digestível (%) | 0,57 | 0,56 | 0,53 |
| Metionina + Cistina Digestível (%) | 0,80 | 0,77 | 0,73 |

3.5 MONITORAMENTO DAS AVES

As aves foram monitoradas durante as 24 horas em cada período de observação por sistema de captura de imagens para posterior coleta de informações de frequências e tempo de visitas ao comedouro e bebedouro.

Em cada câmara climática foi instalada uma câmera de vídeo, ajustada para focar todo espaço utilizado pelas aves. As imagens foram capturadas e armazenadas em arquivo digital na velocidade de 30 *frames* por segundo, utilizando um *Digital Video Recorder* (DVR).

Posteriormente, as imagens foram visualizadas, a hora inicial e final de visita ao bebedouro ou comedouro de cada ave. Tendo assim tabulado o número de visitas e o tempo de permanência em cada visita ao comedouro e bebedouro para as aves durante as 16 horas de luz.

3.6 PARÂMETROS DE COMPORTAMENTO E DE DESEMPENHO

Os dados foram coletados em duas etapas pela observação das imagens. Na primeira etapa foram coletados o número de visitas e o tempo de permanência de cada ave no comedouro e no bebedouro (tempo contabilizado quando a ave permanecia frontalmente ao equipamento), durante as 16 horas de luminosidade. Com essas informações foram obtidos: número de visitas médias por hora e total no dia, tempo médio por hora e total no dia de permanência nos equipamentos e em área livre e tempo médio de permanência em cada visita. O tempo em área livre foi calculado pela diferença da soma dos tempos de permanência dos equipamentos com o tempo total.

Na segunda etapa foram coletados os dados de tempo de permanência no comedouro e no bebedouro e o tempo de consumo de ração e água de cada ave (tempo contabilizado quando a ave realizava o movimento de ingestão), na qual todos os dados foram coletados durante uma hora, na segunda hora de observação, em todos os tratamentos e períodos.

Foram coletados em cada período os parâmetros de peso corporal inicial e final, consumo de ração e de água total a cada hora e posterior calculado conversão alimentar, ganho de peso e relação de consumo de mililitro de água por gramas de ração no período de 24 horas de observação. A coleta de consumo total foi realizada pelo motivo de manter o fator de conjunto e competitividade das aves.

3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

O experimento foi realizado em um delineamento inteiramente casualizado, composto de três tratamentos (condição térmica ambiental de Conforto, Calor e Frio) com nove repetições, sendo cada ave uma repetição, totalizando 27 aves distintas por período. Foram avaliados quatro períodos independentes (21, 28, 35 e 42 dias de idade das aves) e as análises foram realizadas para cada período separadamente. O modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = Variável dependente;

μ = Média;

t_i = Efeito da condição ambiental; e

ε_{ij} = efeito do erro aleatório.

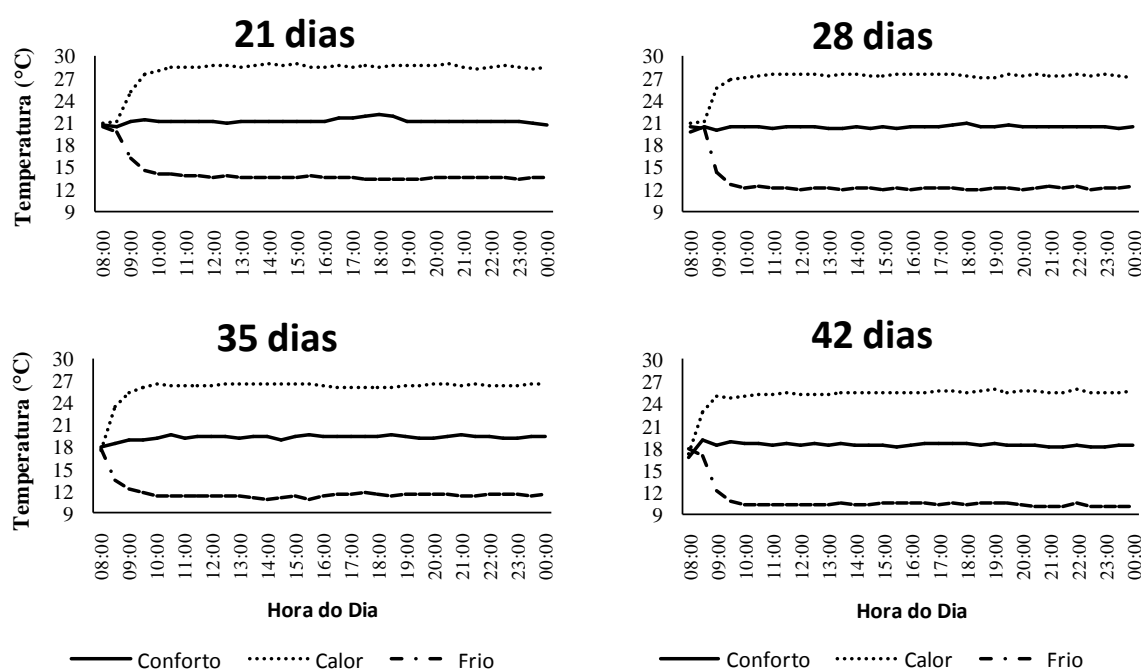
Utilizando os dados individuais de tempos de permanências e número de vistas nos equipamentos na primeira etapa de visualização das imagens, realizou-se estudo de distribuição e análise de variância com teste F a 5% de significância. Entre os tratamentos que diferiram em cada período foi realizado o teste de comparação de médias de Tukey, utilizando o Software SAS[®] versão 9.2 (*STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM*, 2008).

Com os dados coletados na segunda etapa de visualização das imagens, realizou-se uma análise de correlação de Pearson entre tempo de consumo e tempo de permanência nos equipamentos. Os dados de tempo de permanência coletados na primeira etapa foram submetidos à análise de correlação e de regressão com a quantidade de ração e de água consumida por cada tratamento a cada hora. Para esta correlação e regressão os dados de tempo de permanências foram os somatórios dos tempos de cada ave. Foram consideradas tendências para valores de P entre 5 a 10 % de significância do teste F .

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As temperaturas se mantiveram constantes ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) durante o período de observação (Figura 4). O tempo médio para que a temperatura ambiente de cada câmara atingisse a temperatura de cada tratamento foi de noventa minutos.

Figura 4 - Temperaturas observadas nas condições de Conforto, Calor e Frio conforme a idade das aves.



Fonte: Autor.

A climatização das câmaras não permitiu que a umidade relativa do ar fosse igual entre os tratamentos, porém foi relativamente constante dentro do tratamento no período observado, entre 55 a 85% (Tabela 4). Os valores de ITU médio diário, um índice de conforto para frangos de corte (Tabela 4), propiciou níveis de até $5,2^{\circ}\text{C}$ de ITU maiores na condição de Calor na sexta semana de idade em relação ao Conforto, valor baixo para período mais crítico na manutenção do conforto térmico na ave. Segundo Vale et al. (2008) valores de ITU médio acima de 23°C , já ocasionaria alta mortalidade das aves com mais de 28 dias de idade, valor este próximo do que foi encontrado para o tratamento Calor, porém não ocorreu mortalidade neste estudo. Através do trabalho de Chepete et al. (2005) pode-se

observar que, quando o ITU é superior a 24°C, tem-se uma maior mortalidade, já Baracho et al. (2013) encontraram valores de ITU próximos a 25°C. Este estudo teve condições diferentes a dos trabalhos acima citados, explicando a ausência de mortalidade.

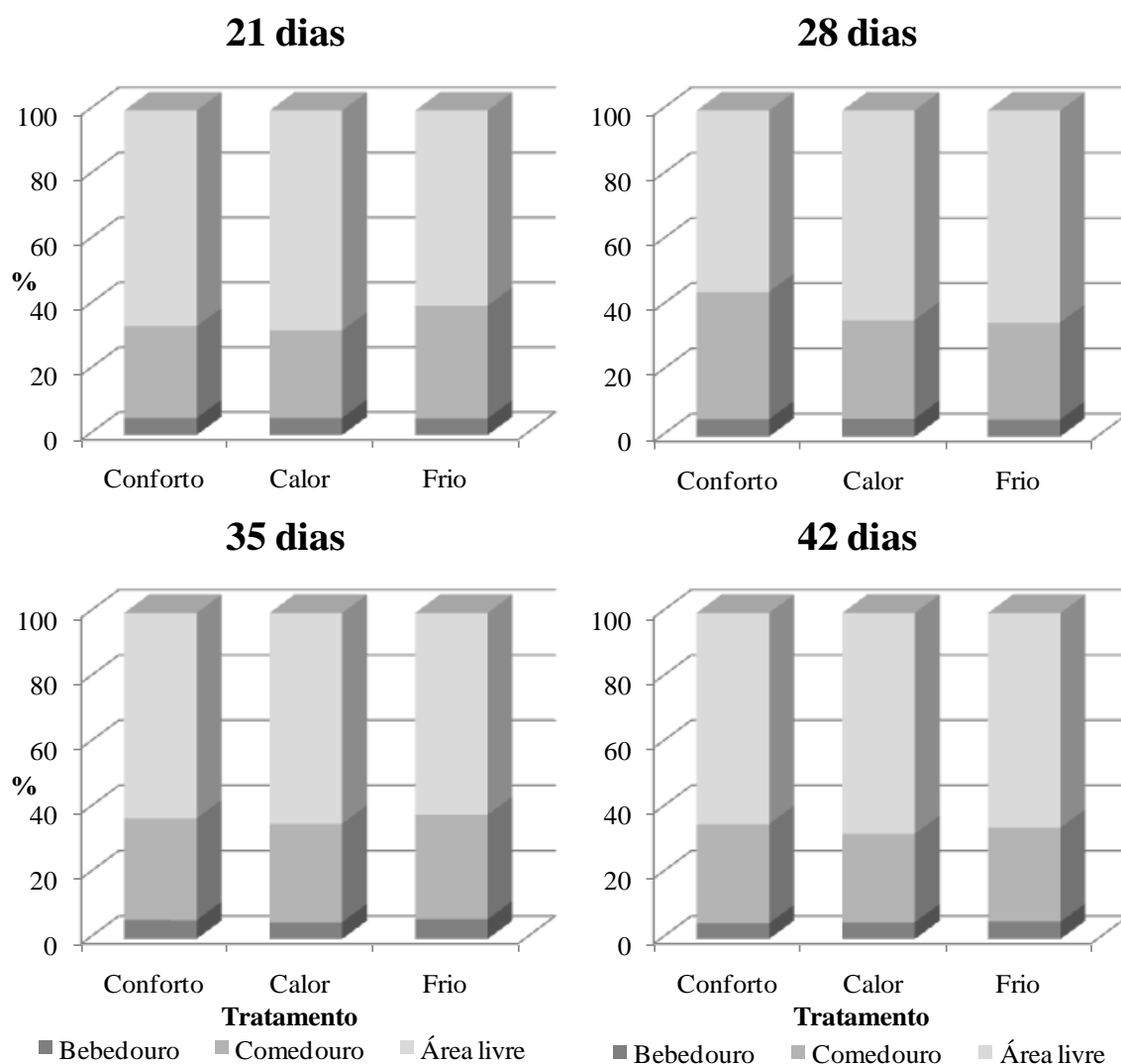
Tabela 4 - Umidade relativa média diária e Índice de Temperatura e Umidade (ITU) médio diário obtido nas câmaras climáticas conforme tratamento e a idade das aves.

| Variável | Tratamento | | |
|----------------------|---------------------------|--------------|--------------|
| | Conforto | Calor | Frio |
| 21 dias | | | |
| Umidade Relativa (%) | 69,32 ± 1,33 ² | 57,87 ± 2,93 | 74,33 ± 0,97 |
| ITU ¹ | 19,8°C | 23,7°C | 13,1°C |
| 28 dias | | | |
| Umidade Relativa (%) | 73,35 ± 2,13 | 61,01 ± 2,57 | 77,74 ± 2,60 |
| ITU | 19,2°C | 23,9°C | 11,8°C |
| 35 dias | | | |
| Umidade Relativa (%) | 69,45 ± 2,54 | 57,41 ± 2,30 | 75,12 ± 1,55 |
| ITU | 18,2°C | 23,2°C | 10,9°C |
| 42 dias | | | |
| Umidade Relativa (%) | 74,21 ± 2,33 | 63,61 ± 2,08 | 80,06 ± 2,07 |
| ITU | 17,5°C | 22,7°C | 10,2°C |

¹ Índice de Temperatura e Umidade (ITU; Chepete et al., 2005). ² Desvio padrão.

As 16 horas de observação resultaram em uma média de 10,5 horas em área livre, período em que as aves não ocuparam comedouro e bebedouro, 4,9 horas em alimentação e 55 minutos ingerindo água. Em todas as idades não foram encontradas diferenças significativas as entre os tempos diários de permanência ao comedouro ou bebedouro ou área livre. Os valores de tempos diários de permanência em comedouro, bebedouro e em área livre expressos em porcentagem estão na Figura 5.

Figura 5 – Porcentagem de tempo diário despendido pelas aves no comedouro, bebedouro e em área livre.



Fonte: Autor.

A faixa de temperatura dos tratamentos pode não ter ultrapassado os limites da zona termoneutra de conforto, permitindo ações voluntárias comportamentais e autonômicas das aves, compensatórias aos efeitos do estresse no curto prazo. Segundo Ferreira (2005) a massa do animal influencia na velocidade de aquecimento corporal, armazenamento de calor excedente e dissipação do calor durante um período de 24 horas.

A evolução do empenamento da ave e o período de 24 horas de exposição pode ter limitado as alterações comportamentais, por outro lado, o estudo dentro destes limites implica em uma faixa térmica mais provável de ocorrência dentro dos aviários.

O tempo de permanência ao comedouros a cada hora aos 21 dias de idade (Tabela 5) foi significativamente menor para as aves em Calor, seguido da condição Conforto e, posteriormente na condição de Frio, condição com o maior tempo de permanência no equipamento. Segundo Medeiros (2001) as aves tendem a ficar mais agitadas e se movimentarem mais em temperaturas mais elevadas, condição também observada neste estudo com as aves do tratamento Calor apresentando menor tempo por hora (14,27 min.) no comedouros que os tratamentos Conforto (16,97 min.) e Frio (20,45 min.).

Tabela 5 - Médias diárias e horárias de tempos e números de visitas realizadas pelas aves de acordo com o tratamento nas idades 21 e 28 dias.

| Local | Unidade ¹ | Tratamento | | | Valor de <i>P</i> | CV (%) ² |
|----------------|-------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| | | Conforto | Calor | Frio | | |
| 21 dias | | | | | | |
| Comedouros | min. hora ⁻¹ | 16,97 ^b | 14,27 ^c | 20,45 ^a | <0,0001 | 36,92 |
| | min. vis ⁻¹ | 3,16 ^b | 2,35 ^b | 4,19 ^a | 0,0014 | 28,86 |
| | vis. hora ⁻¹ | 5,98 ^a | 6,24 ^a | 5,01 ^b | <0,0001 | 20,61 |
| Bebedouros | min. hora ⁻¹ | 3,16 | 3,25 | 2,95 | 0,2948 | 33,42 |
| | min. vis ⁻¹ | 1,15 | 0,99 | 1,18 | 0,4636 | 31,69 |
| | vis. hora ⁻¹ | 2,84 ^b | 3,51 ^a | 2,63 ^b | <0,0001 | 32,93 |
| Área Livre | min. hora ⁻¹ | 39,87 ^b | 42,48 ^a | 36,60 ^c | <0,0001 | 21,32 |
| 28 dias | | | | | | |
| Comedouros | min. hora ⁻¹ | 27,64 ^a | 18,12 ^b | 17,84 ^b | <0,0001 | 26,54 |
| | min. vis ⁻¹ | 4,82 | 3,63 | 4,24 | 0,2168 | 32,78 |
| | vis. hora ⁻¹ | 5,65 ^a | 5,08 ^a | 4,24 ^b | <0,0001 | 43,04 |
| Bebedouros | min. hora ⁻¹ | 3,20 | 3,37 | 3,09 | 0,4953 | 32,81 |
| | min. vis ⁻¹ | 1,13 | 0,90 | 1,13 | 0,1951 | 28,85 |
| | vis. hora ⁻¹ | 3,01 ^b | 3,88 ^a | 2,82 ^b | <0,0001 | 32,33 |
| Área Livre | min. hora ⁻¹ | 29,16 ^b | 38,51 ^a | 39,07 ^a | <0,0001 | 25,96 |

¹Unidades: min. h⁻¹ = Minutos por hora; min.vis⁻¹ = Minutos por visita; vis. h⁻¹ = Número de Visitas por hora. ² Coeficiente de Variação. As médias sem letras ou com letras iguais na linha não diferem ao nível de significância de 5 % pelo teste de Tukey.

De acordo com Sevegnani et al. (2005) frangos de 21 dias de idade submetidos à temperatura de 28°C por uma hora, permaneceram 36,33 min. no comedouros e 1,44 min. no bebedouros. Estes valores diferiram do encontrado neste estudo que foram de 14,27 min. no comedouros e 3,25 min. no bebedouros. É possível que as diferenças metodológicas, tendo neste estudo sido realizado a média de cada hora no dia, contra o de Sevegnani et al. (2005) que observaram apenas uma hora isolada, justifique as diferenças entre os valores, sendo que neste estudo pode representar melhor a dinâmica dos consumos ao longo do dia. Outro

resultado encontrado por Sevegnani et al. (2005) é que o tempo de permanência em minutos por hora no comedouro aumentou nos 28 dias e posteriormente diminuiu com 35, 42, e 49 dias de idade, semelhante encontrado neste estudo.

Aos 28 dias de idade as aves do tratamento Conforto passaram significativamente mais tempo por hora no comedouro (27,64 min.) do que as aves dos demais tratamentos, que não diferiram significativamente entre si (18,12 min. e 17,84 min. Calor e Frio respectivamente). Os efeitos de tratamentos neste período foram refletidos no tempo de permanência em área livre por hora, tendo as aves dos tratamentos Calor e Frio maiores tempos de permanência que as aves do tratamento Conforto. As aves dos tratamentos Frio e Calor expressaram sinais de que estavam utilizando mecanismos fisiológicos e comportamentais de curto prazo para retenção e dissipação de calor respectivamente.

As condições térmicas de Frio acarretaram uma tendência de menor número de visitas ao bebedouro aos 21 dias ($P=0,076$) e ao comedouro e bebedouro aos 28 dias ($P=0,076$ e $0,096$ respectivamente), que pode ter sido influenciado pelas diferenças individuais das aves, observado pelos coeficientes de variação, indicando diferentes habilidades da ave na utilização de recursos fisiológicos e comportamentais para retenção de calor, como, diminuir o deslocamento. Em relação ao tempo médio por visita ao comedouro aos 21 dias, as aves do tratamento Frio permaneceram significativamente maior tempo por visita ao comedouro (4,19 min.) que os demais tratamentos (3,16 min. Conforto e 2,35 min. Calor), que não diferiram entre si. Esta menor ocupação por visita ao comedouro indica um menor desafio térmico das aves nas condições de calor e conforto nesta idade.

As condições térmicas afetaram os comportamentos de ingestão para o tempo médio despendido em bebedouros por hora, o número médio de visitas ao bebedouro e comedouro por hora aos 35 dias e o número médio de visitas ao comedouro por hora aos 42 dias de idade (Tabela 6).

Aos 35 dias de idade das aves, houve significativamente um maior tempo por hora de permanência ao bebedouro no tratamento Frio (3,63 min.) do que no Calor (3,03 min.). O número de visitas ao comedouro por hora das aves que estavam com temperatura acima e abaixo do Conforto foram maiores (4,71 Calor e 4,58 Frio) que as aves que estavam com temperatura em Conforto (3,72), demonstrando que as aves que estavam fora do conforto térmico tiveram um grau de atividade maior. Para o número de visitas por hora ao bebedouro as aves do tratamento Frio efetuaram significativamente mais visitas que as demais.

Tabela 6 - Médias diárias e horárias de tempos e números de visitas realizadas pelas aves de acordo com o tratamento nas idades 35 e 42 dias.

| Local | Unidade ¹ | Tratamento | | | Valor de <i>P</i> | CV (%) ² |
|----------------|-------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | Conforto | Calor | Frio | | |
| 35 dias | | | | | | |
| Comedouro | min. hora ⁻¹ | 18,72 | 18,11 | 19,84 | 0,3822 | 26,99 |
| | min. vis ⁻¹ | 5,24 | 3,93 | 4,46 | 0,3218 | 39,73 |
| | vis. hora ⁻¹ | 3,72 ^b | 4,71 ^a | 4,58 ^a | 0,0004 | 32,76 |
| Bebedouro | min. hora ⁻¹ | 3,17 ^{ab} | 3,03 ^b | 3,63 ^a | 0,0292 | 31,28 |
| | min. vis ⁻¹ | 1,33 | 1,11 | 1,08 | 0,3318 | 32,51 |
| | vis. hora ⁻¹ | 2,62 ^b | 2,87 ^b | 3,61 ^a | <0,0001 | 31,43 |
| Área Livre | min. hora ⁻¹ | 38,11 | 38,86 | 36,53 | 0,1889 | 29,28 |
| 42 dias | | | | | | |
| Comedouro | min. hora ⁻¹ | 18,25 | 16,29 | 16,06 | 0,1279 | 29,60 |
| | min. vis ⁻¹ | 3,38 | 4,24 | 3,44 | 0,3222 | 35,79 |
| | vis. hora ⁻¹ | 5,46 ^a | 3,85 ^b | 4,90 ^a | <0,0001 | 24,58 |
| Bebedouro | min. hora ⁻¹ | 3,02 | 3,19 | 3,18 | 0,7531 | 27,95 |
| | min. vis ⁻¹ | 1,03 | 1,13 | 1,08 | 0,7001 | 23,65 |
| | vis. hora ⁻¹ | 3,15 | 2,88 | 3,08 | 0,5442 | 29,21 |
| Área Livre | min. hora ⁻¹ | 38,73 | 40,52 | 40,76 | 0,1676 | 24,88 |

¹Unidades; min. h⁻¹ = Minutos por hora; min. vis⁻¹ = Minutos por visita; vis. h⁻¹ = Número de Visitas por hora. ² Coeficiente de Variação. As médias sem letras ou com letras iguais na linha não diferem ao nível de significância de 5 % pelo teste de Tukey.

O número de visitas das aves ao comedouro a cada hora do tratamento Calor (3,85) aos 42 dias de idade foi significativamente inferior que os demais tratamentos (5,46 Conforto e 4,90 Frio), possivelmente à prostração devido ao elevado peso corporal que as aves atingem nesta idade e à fadiga. De forma geral, considerando todas as idades, não houve tendência de que as aves passassem maior tempo em área livre com o aumento da idade, discordando do que foi encontrado por Sevegnani et al. (2005), que ao envelhecer as aves passam mais tempo em ócio. Neste estudo as aves foram distintas para cada período para que não acumulasse o efeito do tratamento do período anterior e o tempo de exposição ao tratamento foi maior quando comparado à metodologia de Sevegnani et al. (2005).

A baixa influência das temperaturas nos comportamentos diários pode ser explicada pelos valores de ITU médio diário encontrados, pois estes valores tiveram pouca variação, em média 4,7°C maior no Calor e 7,2°C menor no Frio em relação ao Conforto. Esta faixa de ITU encontrada indica que as aves não excederam limites críticos da homeotermia, apenas utilizaram os mecanismos regulatórios para homeostase.

As correlações conforme o tratamento e período foram altas e positivas entre o tempo da ave no ato de consumir ração ou água e o tempo de presença no espaço de comedouro ou bebedouro por ave (Tabela 7). Estas correlações são importantes, devido permitir a coleta dos dados de consumo de água e ração a partir do período de permanência na área de comedouro ou bebedouro, tornando mais prática e com menor possibilidade de erros as observações. Em alguns momentos, a visualização da ave consumindo poderia ser encoberta por outra ave, permitindo que a contagem de período de permanência seja considerada como uma aproximação ao período da ave consumindo água ou ração.

Os dados de tempo de permanência nos locais de alimentação e bebida são facilmente identificados por algoritmos aplicados em imagens processadas de vídeos com cronometragem. Puma et al. (2001) utilizaram imagens de vídeo para validar sistemas automáticos para o estudo de comportamento de consumo individual de frangos de corte em determinadas condições térmicas. Os resultados deste estudo mostram que imagens capturadas baseadas no tempo de permanência no comedouro ou bebedouro estão diretamente correlacionadas ao consumo e indicam que o registro pode ser corrigido em modelos que estimem o consumo a partir do tempo de permanência em comedouro ou bebedouro.

Para o desenvolvimento de algoritmos que descrevem eventos de comportamento como número de visitas e tempo de permanência no comedouro ou bebedouro ou em repouso, Gates e Xin (2001) utilizaram dados de imagens de vídeo para fins de comparação ao sistema desenvolvido e ainda ressaltam que o uso das imagens representa melhor os comportamentos ingestivos, condição observada neste estudo entre os tempos de consumo e permanência em comedouro.

Tabela 7 - Correlações entre o tempo de consumo de ração e de água com o tempo de permanência no comedouro e no bebedouro respectivamente.

| Idade | Tratamento | Equipamento ¹ | Correlação | Valor de <i>P</i> ² |
|---------|------------|--------------------------|------------|--------------------------------|
| 21 dias | Conforto | Comedouro | 0,9764 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9221 | 0,0004 |
| | Calor | Comedouro | 0,9869 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9343 | 0,0002 |
| | Frio | Comedouro | 0,9890 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9830 | <0,0001 |
| 28 dias | Conforto | Comedouro | 0,9939 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9742 | <0,0001 |
| | Calor | Comedouro | 0,9978 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9887 | <0,0001 |
| | Frio | Comedouro | 0,9928 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9195 | 0,0005 |
| 35 dias | Conforto | Comedouro | 0,9983 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9667 | <0,0001 |
| | Calor | Comedouro | 0,9923 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9090 | 0,0007 |
| | Frio | Comedouro | 0,9952 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9623 | <0,0001 |
| 42 dias | Conforto | Comedouro | 0,9994 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9412 | 0,0002 |
| | Calor | Comedouro | 0,9971 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9443 | 0,0001 |
| | Frio | Comedouro | 0,9975 | <0,0001 |
| | | Bebedouro | 0,9875 | <0,0001 |

¹ Equipamento em que foi realizado a correlação entre tempo de consumo e tempo de permanência. ² Valor da probabilidade da correlação.

O tempo total de permanência das aves nos equipamentos comedouro e bebedouro, registrados a cada hora e por tratamento, apresentou correlação alta e positiva com a quantidade total de ração ou água consumida pelas aves, sendo possível estimar o consumo do conjunto de aves através de modelos de regressão (Tabela 8). Novos estudos necessitam ser conduzidos com a verificação dos consumos e tempo de permanência individual por ave com o objetivo de validar modelos aplicáveis em algoritmos de leitura de imagem.

Tabela 8 - Modelos de regressão para consumo de ração e de água, coeficiente de determinação e probabilidade da correlação para cada tratamento em cada idade.

| Idade | Tratamento | Modelo de Regressão ¹ | R ² (%) ² | Valor de P ³ |
|--------------|------------|----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Ração | | | | |
| 21 dias | Conforto | $Y = 22,993 * X + 8,307$ | 92,19 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 26,868 * X + 7,012$ | 90,56 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 16,099 * X + 16,397$ | 89,89 | <0,0001 |
| 28 dias | Conforto | $Y = 21,369 * X + 1,719$ | 88,34 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 33,515 * X - 5,989$ | 90,41 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 28,373 * X + 2,899$ | 89,15 | <0,0001 |
| 35 dias | Conforto | $Y = 27,771 * X + 4,9740$ | 94,43 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 26,674 * X + 11,310$ | 88,74 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 34,849 * X - 9,8064$ | 88,15 | <0,0001 |
| 42 dias | Conforto | $Y = 40,793 * X + 6,1996$ | 87,68 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 54,769 * X - 23,667$ | 95,57 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 46,282 * X - 1,3166$ | 94,53 | <0,0001 |
| Água | | | | |
| 21 dias | Conforto | $Y = 440,418 * X + 0,061$ | 91,31 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 445,321 * X - 15,172$ | 90,61 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 477,114 * X + 11,229$ | 93,41 | <0,0001 |
| 28 dias | Conforto | $Y = 590,750 * X - 10,142$ | 90,58 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 486,140 * X + 13,323$ | 92,83 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 515,202 * X - 4,656$ | 91,78 | <0,0001 |
| 35 dias | Conforto | $Y = 498,923 * X - 9,2084$ | 93,54 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 534,166 * X + 6,5532$ | 92,32 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 526,386 * X - 38,462$ | 93,42 | <0,0001 |
| 42 dias | Conforto | $Y = 634,546 * X + 22,080$ | 94,99 | <0,0001 |
| | Calor | $Y = 724,831 * X + 9,0682$ | 92,22 | <0,0001 |
| | Frio | $Y = 591,214 * X + 5,895$ | 94,63 | <0,0001 |

¹ Y= Gramas de ração ou Mililitros de água consumidos no tempo, X= Tempo de consumo diário observado em decimal de hora. ² Coeficiente de determinação de cada modelo. ³ Valor da probabilidade da correlação.

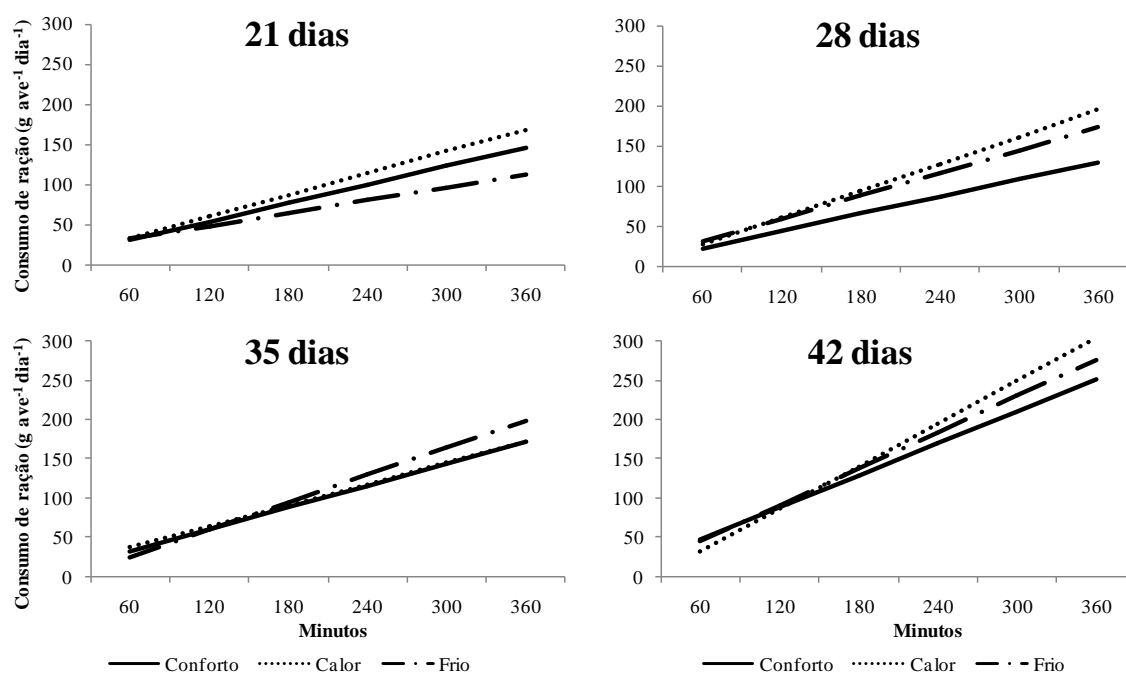
Ocorreu influência das condições térmicas nas diferentes idades das aves sobre a quantidade consumida (Tabela 8), efeito também observado por Puma et al. (2001). Estes modelos foram gerados a partir de dados do conjunto das aves de cada tratamento em cada período, e tem validade quando o tempo de permanência aos equipamentos for superior a zero. Para melhor visualização, foram representados graficamente os consumos de ração gerados pelas equações de regressão de cada tratamento através de um período de tempo em comum de permanência ao comedouro (Figura 6).

Aos 21 dias de idade, os tempos despendidos ao dia na permanência no comedouro foram de 271,55 min.; 258,40 min. e 333,78 min. nos tratamentos Conforto, Calor e Frio

respectivamente. A partir das equações, à medida que há menor tempo despendido para consumo, maior é o consumo por minuto (Figura 6). A mesma tendência foi encontrada para a idade de 28 dias (Figura 6), porém os tempos de permanência ao comedouro no dia foram 375,03 min.; 289,84 min. e 285,37 min. para os tratamentos Conforto, Calor e Frio respectivamente, indicando um maior impacto do frio aos 28 dias de idade.

Na terceira e quarta semanas de vida, ficam mais evidentes os mecanismos compensatórios comportamentais voluntários e autonômicos de curto prazo, em que, aos 21 dias, as aves que estavam em temperatura mais baixa tiveram limitações para o consumo, gastando mais tempo para ingerir a mesma quantidade de ração que nas demais temperaturas. Aos 28 dias as aves que estavam no tratamento Conforto tiveram menor quantidade de ração ingerida por unidade de tempo que as demais.

Figura 6 - Consumos de ração de frangos de corte em função do tempo de permanência ao comedouro observado nas condições de Conforto, Calor e Frio conforme a idade das aves.



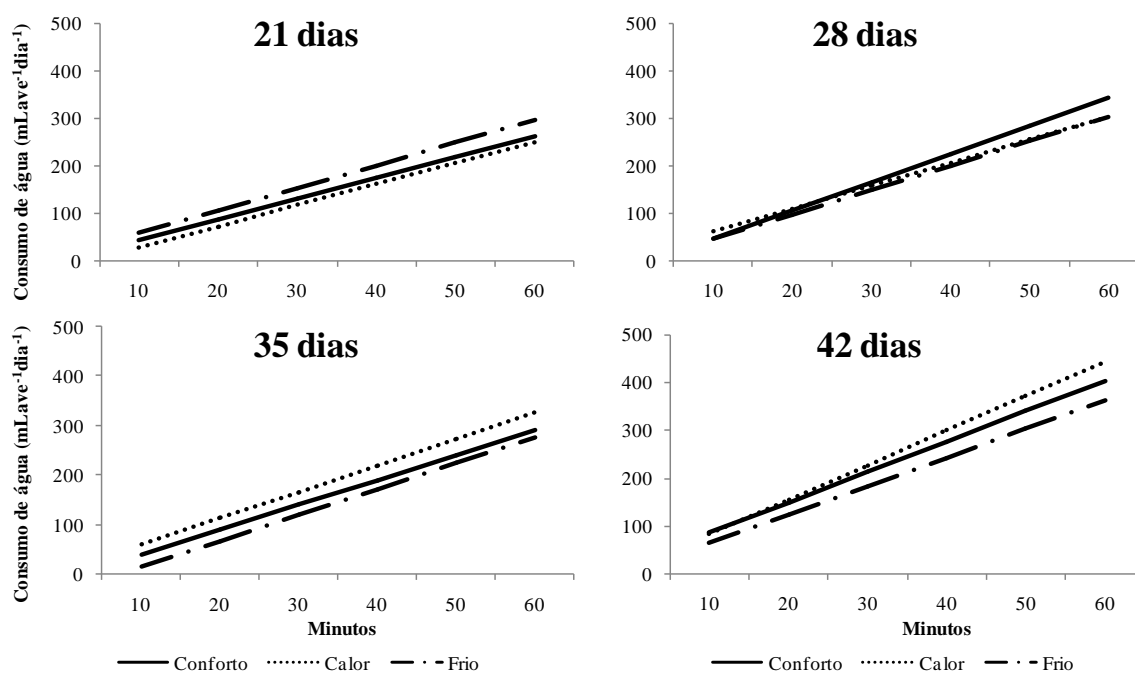
Fonte: Autor.

Nas idades de 35 e 42 dias de idade, não houve grande distinção entre os tempos de permanência, formando outros padrões de comportamento que podem estar associados às alterações corporais da ave e possibilidades de trocas térmicas. Estes resultados encontrados

podem ter sido influenciados pela utilização de aves distintas entre os períodos, já que se objetivou submeter às aves aos tratamentos sem a ação residual dos mesmos, o que poderia ocasionar a aclimatação das aves.

As equações de consumo diário de água por unidade de tempo em permanência ao bebedouro, também foram representadas graficamente (Figura 7), em que os tempos de permanências observados foram muito próximos, gerando consumos equivalentes entre os tratamentos, entretanto nas idades de 35 e 42 dias, houve tendência de maior consumo de água por unidade de tempo das aves do tratamento Calor.

Figura 7 - Consumos de água de frangos de corte em função do tempo de permanência ao bebedouro observado nas condições de Conforto, Calor e Frio conforme a idade das aves.



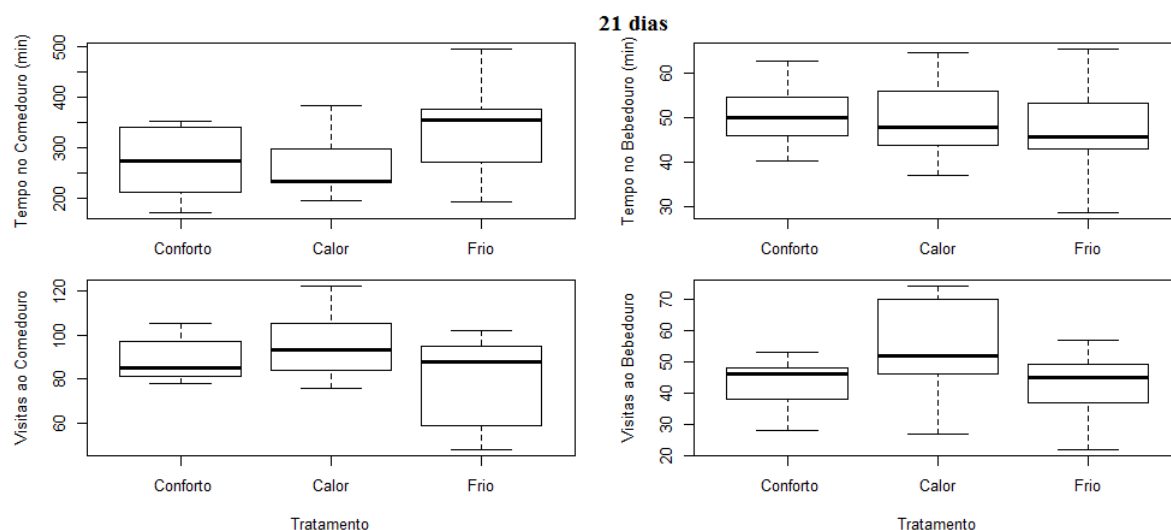
Fonte: Autor.

As respostas coletivas das aves dos tratamentos indicam influência da temperatura ambiente sobre a intensidade que a ave ingere a ração. A utilização ou não de ações regulatórias homeotérmicas pode gerar padrões comportamentais em determinadas idades dependendo do grau de maturação do organismo da ave ou, segundo Macari (1996), podem surgir adaptações específicas em consonância com as alterações cardiorrespiratórias e metabólicas decorrentes da exposição ao estresse. Estes mecanismos regulatórios de curto

prazo observados neste estudo necessitam de mais pesquisas para sua confirmação, utilizando metodologias que permitam a mensuração individual dos comportamentos ingestivos das aves com sua respectiva consequência no comportamento do rebanho, em condições de competitividade de área de comedouro e bebedouro semelhantes às de campo como as deste estudo.

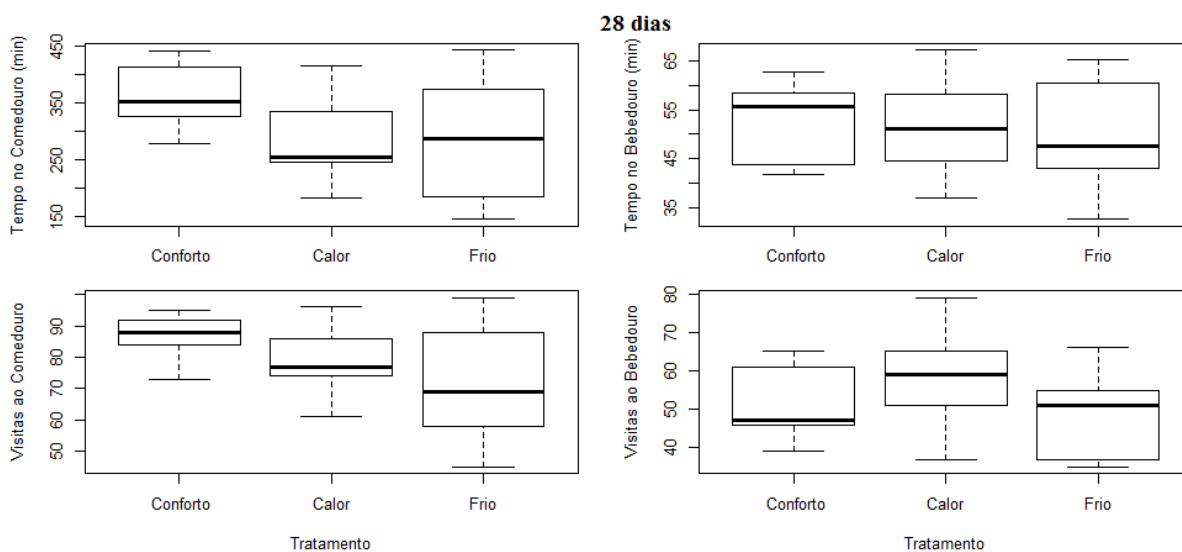
As aves do tratamento Conforto tiveram menor variação dos dados de tempo de permanência e números de visitas ao dia no comedouro e bebedouro em relação aos outros tratamentos (Figuras 8, 9, 10 e 11).

Figura 8 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 21 dias de idade.



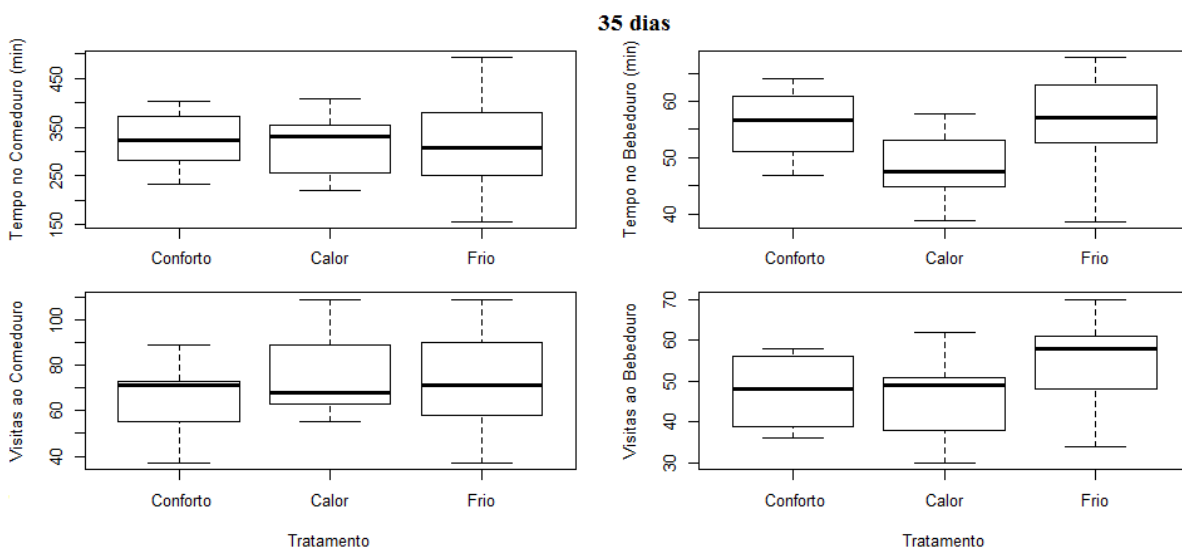
Fonte: Autor.

Figura 9 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 28 dias de idade.



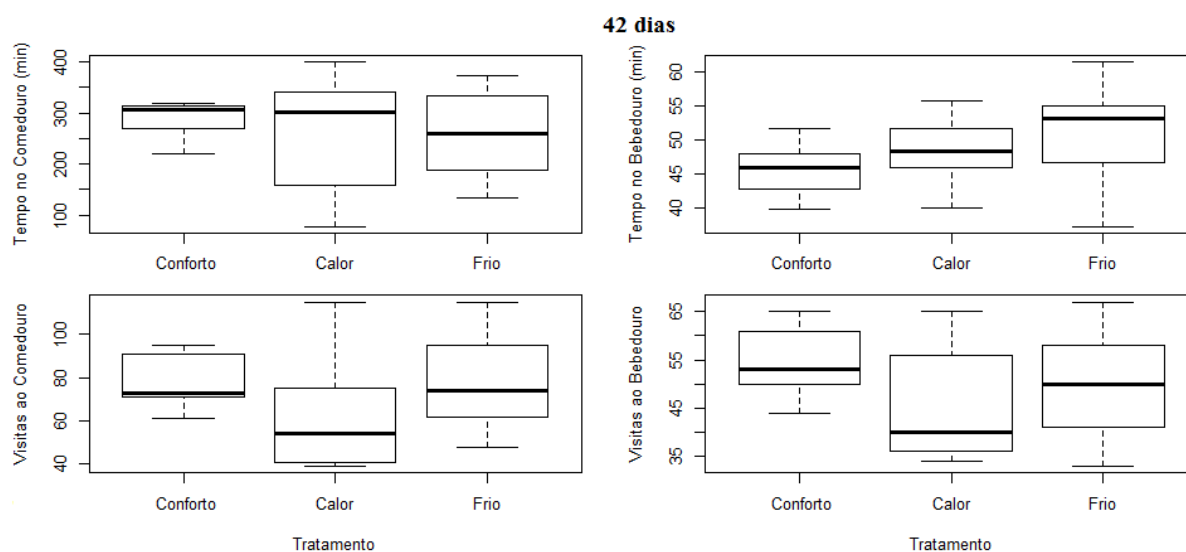
Fonte: Autor.

Figura 10 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouro e ao bebedouro correspondente aos 35 dias de idade.



Fonte: Autor.

Figura 11 - Diagrama de caixas dos dados de tempo de permanência e o número de visitas ao comedouros e ao bebedouro correspondente aos 42 dias de idade.



Fonte: Autor.

A observação das aves individualmente gera bancos de dados com maior dispersão, devido as aves apresentarem comportamentos diferentes e singulares dentro do mesmo tratamento e condição térmica, tendo assim grande importância na avaliação comportamental (PUMA et al., 2001). A variação dos dados permite identificar que as aves que estavam fora de conforto térmico, tiveram comportamentos diferentes para manter ou dissipar calor. Isso mostra que a exposição das aves a temperaturas fora do conforto por poucas horas, gera heterogeneidade comportamental, possivelmente sendo refletida no desempenho com maior variabilidade das expressões fenotípicas nesta condição.

Não houve diferenças em consumo de ração, consumo de água, conversão alimentar, relação de consumo de água/ração e ganho de peso para as aves de 21 a 42 dias de idade (Tabela 9).

Tabela 9 - Consumo médio de ração, água, ganho de peso, conversão alimentar e relação de consumo de mililitros de água por gramas de ração das aves por tratamento conforme a idade.

| Idade | Tratamento | Consumo Ração (g) | Consumo Água (mL) | Conversão Alimentar | Água/Ração (mL/g) | Ganho de Peso (g) |
|---------|------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| 21 dias | Conforto | 117,56 | 370,87 | 1,62 | 3,15 | 72,56 |
| | Calor | 114,44 | 354,29 | 1,77 | 3,10 | 64,77 |
| | Frio | 115,67 | 387,45 | 1,84 | 3,35 | 63,00 |
| 28 dias | Conforto | 150,78 | 477,33 | 1,87 | 3,17 | 80,56 |
| | Calor | 146,89 | 447,66 | 1,91 | 3,05 | 76,89 |
| | Frio | 149,22 | 412,76 | 2,16 | 2,77 | 69,22 |
| 35 dias | Conforto | 147,44 | 438,06 | 2,06 | 2,97 | 71,67 |
| | Calor | 150,67 | 430,21 | 2,25 | 2,86 | 67,00 |
| | Frio | 154,44 | 462,50 | 2,34 | 2,99 | 66,00 |
| 42 dias | Conforto | 209,89 | 536,11 | 1,94 | 2,55 | 108,44 |
| | Calor | 211,44 | 617,83 | 1,78 | 2,92 | 118,89 |
| | Frio | 204,11 | 488,41 | 2,09 | 2,39 | 97,56 |

Os resultados de ganho de peso para as aves de 21, 28 e 35 dias de idade, seguem uma tendência de decréscimo no ganho a cada um °C (0,97g, 0,45g e 0,58g respectivamente) acima do conforto, sendo estes valores, maiores do que encontrado por Takahashi et al. (2009) que foi de 0,33g, podendo estar associado a diferenças entre linhagens de frangos de corte.

A quantidade média de ração ingerida pelas aves, não variou entre os tratamentos e não seguiu os mesmos resultados encontrados por Siqueira (2006), em que o consumo diminuiu linearmente 32,4g de ração a cada °C acrescido na temperatura de termoneutralidade, sugerindo haver um conjunto de ações neuroendócrinas e comportamentais de compensação para o curto prazo e quando a intensidade do desconforto não é extrema, ou seja, totalmente fora dos limites críticos de temperatura inferior e superior.

5 CONCLUSÕES

As condições térmicas afetaram o tempo de permanência e número de visitas por hora aos equipamentos e/ou em área livre.

Encontrou-se correlação alta e positiva entre tempo de permanência ao comedouro e ao bebedouro com tempo de consumo de ração e água.

Foi estabelecida uma correlação entre quantidade ingerida de ração ou água com o tempo de permanência ao respectivo equipamento, e gerado modelos de regressões para estimar a quantidade consumida que identificaram a influência da temperatura sobre a quantidade consumida e intensidade de ingestão.

As temperaturas utilizadas não afetaram o ganho de peso nas 24 horas, mas influenciaram a uniformidade das respostas individuais das aves, tendo menores dispersões em aves criadas em conforto térmico.

São necessários mais estudos com o registro dos consumos individuais da ave para a implantação de sistemas automatizados de registros do comportamento ingestivo através de imagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.
- ABREU, P. G. et al. Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.795-801, 2012.
- BARACHO, M. S. et al. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.473-478, 2013.
- BARBOSA FILHO, J. A. D. et al. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.93-99, 2007.
- BELAY, T.; TEETER, R. G. Broiler water balance and thermo balance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science**, n.72. p.116-124, 1993.
- BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.975-981, 2003.
- CAMPOS, E. J. O Comportamento das Aves. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.2, n. 2, p.93-113, 2000.
- CARVALHO, G. B. et al. Comportamento de frangos de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.785-797, 2013.
- CHAIRMAN, J. M. Glossary of terms for thermal physiology. **The Japanese Journal of Physiology**, v.51, n 2, 2001.
- CHEPETE, H.J.; CHIMBOMBI, E.; TSHEKO, R. Production performance and temperature humidity index of broilers reared in naturally ventilated houses in Botswana. **Botswana Journal of Agriculture and Applied Sciences** 1, v.1, p.19-28, 2005.
- CORDEIRO, M. B. et al. Análise de imagens digitais para a avaliação do comportamento de pintainhos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.3, p.418-426, 2011.
- CURTO, F. P. F. et al. Estimativa do padrão de preferência térmica de matrizes pesadas (frango de corte). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.2, p.211-216, 2007.
- DONKOH, A. Ambient temperature: a factor affecting performance and physiological response of broiler chickens. **International Journal of Biometeorology**, v.33, p.259-265, 1989.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente**. Viçosa. Aprenda Fácil. 2005. 371 p.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

GATES, R. S.; XIN, H. Comparative Analysis of Measurement Techniques of Feeding Behavior of Individual Poultry. **Agricultural and Biosystems Engineering Conference Proceedings and Presentations**, n.152. 2001.

HUBBARD. **Broiler Management guide**, 2011. 63 p.

HUMANE FARM ANIMAL CARE. **Padrões de Cuidados com Animais, Manual de padrões: Frangos de corte**. PO Box 727, Herndon VA 20172. Versão traduzida e revisada em 2014. 2009. 36 p.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Broiler Breeder Production**. Ontario, Canada. 2000. 334p.

MACARI, M. **Água na avicultura industrial**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 128 p.

MACARI, M.; BRUNO, L.D.G.; MURAKAMI, A. E. Equilíbrio hídrico em aves. IN: **Água na avicultura industrial**. MACARI, M.; SOARES, N.M. 2º edição, Campinas: fundação APINCO, 2012, 359 p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; CONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal-SP: FUNEP/UNESP. 2002. 375 p.

MEDEIROS, C. M. **Ajustes de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte**. 2001. 125 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa. 2001.

MEDEIROS, C. M. et al. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13, n.4, p.277-286, 2005.

MENDES, A. A. et al. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p. 2300-2307, 2004.

MOBERG, G. P.; MENCH, J. A. **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**. New York, EUA, 2000. 337 p.

MOURA, D. J. et al. Noise analysis to evaluate chick thermal comfort. **Scientia Agricola**, v.65, n.4, p.438-443, 2008.

NÄÄS, I. A. et al. Image analysis for assessing broiler breeder behavior response to thermal environment. **Engenharia Agrícola**, v.32, n.4, p.624-632, 2012.

- OLIVEIRA, R. F. M. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.
- PATRICIO, I. S. et al. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, v.4, n.4, p.233-238, 2012.
- PEREIRA, D. F. et al. Sistema fuzzy para estimativa do bem-estar de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.28, n.4, p.624-634, 2008.
- PEREIRA, D. F. et al. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.308-314, 2005.
- PIZAURO JR, J. M. A água nos processos biológicos. IN: **Água na avicultura industrial**, MACARI, M.; SOARES, N.M. 2º edição, Campinas: fundação APINCO, 2012, 359 p.
- PUMA, M. C. et al. An Instrumentation System for Studying Feeding and Drinking Behavior of Individual Poultry. **Agricultural and Biosystems Engineering Conference Proceedings and Presentations**, n.149. 2001.
- RENAUDEAU, D. et al. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, n.6, p. 707-728, 2012.
- RESTELATTO, R. et al. Aplicação dos conceitos de calorimetria na produção de frangos de corte. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.2, n.2, p.099-108, 2008.
- ROCHA, P. T. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.162-167, 2003.
- ROLL, V. F. B. et al. Influência da altura de comedouros tubulares no comportamento ingestivo de frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.225, p.115-122, 2010.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa: UFV, 3ª Edição. 2011. 252 p.
- SAKOMURA, N. K. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1758-1767, 2004.
- SEVEGNANI, K. B. et al. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.115-119, 2005.
- SILVA, I. J. O. et al. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1439-1446, 2006.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Estimativas da composição anatômica da carcaça de frangos de corte com base no nível de proteína da ração e peso da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.344-352, 2003.

SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; NASCIMENTO, A. H. Níveis de Energia e Relações Energia:Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1791-1800, 2001.

SILVA, J.H.V. et al. Efeito do bebedouro e do programa de alimentação sobre o desempenho pré-inicial e inicial de pintos de corte. **Anais...** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, n.41, 2004.

SIQUEIRA, J. C. **Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento**. 2006. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS/STAT(r) 9.2 User's guide**. Cary: SAS Institute Inc., 2008. 7857 p.

STULL, R. Wet-Bulb temperature from relative humidity and air temperature. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v.50, p.2267-2269, 2011.

TAKAHASHI, L. S.; BILLER, J. D.; TAKAHASHI, K. M. **Bioclimatologia Zootécnica**, Jaboticabal, 1ª Edição, 2009. 91 p.

TINÔCO, I. F. F. 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.1-26, 2001.

TOYOMIZU, M. et al. Progressive alteration to core temperature, respiration and blood acid-base balance in broiler chickens exposed to acute heat stress. **The Journal of Poultry Science**, v.42, p.110-118, 2005.

VALE, M. M. et al. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.12, n.4, p.279-285, 2010.

VALE, M. M. et al. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agricola**, v.65, n.3, p.223-229, 2008.

WELKER, J.S. et al. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

XIN, H.; DESHAZER, J. A.; BECK, M. M. Responses of pre-fasted growing turkeys to acute heat exposure. **Transactions of the ASAE**, v.35, p.315-318, 1992.

XIN, H.; SHAO, J. Real time assessment of swine thermal comfort by computer vision. **World congress of computers in agriculture and natural resources**, ASAE. p.362-369, 2002.

YALCIN, S. et al. Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. **Poultry Science**, v.76, n.7, p.921-929, 1997.

ZUIDHOF, M. J. et al. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry Science**, v.93, p.2970-2982, 2014.