

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

MURILO FIGUEIREDO SANTANA

SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE

Dourados - MS

2016

MURILO FIGUEIREDO SANTANA

SISTEMAS DE CLIMATIZAÇÃO PARA FRANGOS DE CORTE

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado na Faculdade de ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr Rodrigo Aparecido Jordan
Co – Orientadora: Prof^a. Dr^a. Sarah Sgavioli

Dourados - MS

2016

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as pessoas que fizeram e fazem parte da minha caminhada.

Agradecimentos:

A UFGD pela excelência de ensino.

Ao Professor Dr. Rodrigo Aparecido Jordan, pela orientação segura e a amizade dispensada.

Aos Professores e Dr^o. Rodrigo Garófallo e Dr^a. Sarah Sgavioli pela orientação com excelência e a ajuda quando eu mais precisei.

A todos os mestres e professores que fizeram parte da minha formação, obrigado pelo ensinamento e exemplo ao longo desta jornada.

A minha mãe que sempre acreditou em mim, ao meu finado pai, que com muito esforço estou realizando um sonho dele.

As minhas duas irmãs, Lidiani e Diana, minhas eternas amigas.

E principalmente a Deus, iluminou meu caminho, me deu paciência e calma nas horas mais difíceis dessa jornada.

*O maior patrimônio de uma nação é o espírito de luta de seu povo
e a maior ameaça para uma nação é a desagregação desse espírito.*

George B. Courtelyou

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
2.1 Situação atual da produção de frangos de corte mundial e brasileira.....	12
2.2 Condições climáticas para a criação de frangos de corte.....	13
2.3 Climatização e climatizadores das instalações para as aves.....	17
2.4 Condições da cama.....	19
2.5 Temperatura superficial das aves.....	21
3 OBJETIVOS.....	23
3.1 Objetivo geral.....	23
3.2 Objetivos específicos.....	23
4 MATERIAIS E METODOS.....	24
4.1 Instalações experimentais.....	24
4.2 Aves e manejo.....	28
4.3 Parâmetros avaliados.....	29
4.3.1 Temperatura superficial.....	29
4.3.2 Temperatura e umidade relativa.....	30
4.3.3 Desempenho.....	30
4.3.4 Rendimento de carcaça.....	31
4.3.5 Delineamento e tratamentos experimentais.....	31
4.4 Análise estatística.....	31
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	32
6 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Temperatura e umidade relativa das instalações e temperatura da cama.....	27
Tabela 2 – Desdobramento das interações entre aviário e tempo para temperatura e umidade mínima.....	28
Tabela 3 – Desdobramento da interação entre idades e aviários para a temperatura superficial das aves (C°).....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A: perfuração para a construção da fundação; B: construção das fundações; C: processo de construção do contra piso e D: fixação das tesouras.....	16
Figura 2 – A: processo de construção das muretas; B: chapiscamento das muretas; C: barracão construído ao lado dos aviários; D: fixação das telas.....	17
Figura 3 – A:automação do sistema; B: painel de controle; C: visão interna do aviário depois de instalado os comedouros, bebedouros, lâmpadas de iluminação e aquecimento e a cama de frango; D:sistema de climatização do aviário - 1; E: visão panorâmica dos dois aviários.....	18
Figura 4- Seleção das áreas específicas de um pinto (Ar1: cabeça; Ar2: pescoço; Ar3: dorso; Ar4: asa; Ar5: perna).....	21
Figura 5 – A: sensação térmica; B: temperatura do globo negro; C: umidade relativa do ar e D: temperatura ambiente.....	24
Figura 6: Valores médios de temperatura máxima e mínima do ambiente e temperatura da cama.....	25
Figura 7: Valores médios de umidade relativa máxima e mínima para os dois aviários.....	25
Figura 8 : Gráfico de temperatura em função da idade.....	29
Figura 9: Umidade Relativa Máxima em função da idade.....	29
Figura 10 – Peso médio e ganho de peso das aves nas fases inicial (1 a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade), de acordo com os aviários.....	32
Figura 11 – Viabilidade criatória das aves de acordo com os aviários.....	32
Figura 12: Rendimento de carcaça fria e quente (%) de frangos de corte aos 43 dias de idade, de acordo com os aviários.....	33
Figura 13: Número de Aves Mortas.....	33

RESUMO

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência da refrigeração da água utilizada na climatização de aviários para frango de corte, sobre a temperatura e a umidade relativa interna e a temperatura da cama de frango, desempenho e temperatura da superfície corporal das aves. Foram utilizados dois aviários construídos em escalas reduzidas com 6m x 1,5m x 1,5m de dimensões, com telha de fibrocimento. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x6x3 com dois tratamentos, o aviário 2 foi climatizado com água não resfriada e o aviário 1 com um equipamento para a resfriamento da água utilizada para a climatização, seis idades (7,14,21,28,35 e 42 dias de idade) e três períodos de avaliação (07h00, 13h00 e 17h00). Os dados foram submetidos a análise de variância pelo procedimento MIXED e as médias em caso de efeito significativo (probabilidade de 5%) foram comparadas pelo teste de Tukey, com o auxílio do SAS. Houve efeito ($P<0,05$) das idades para temperatura da cama, com menor temperatura aos 7 dias de idade, quando comparado com as demais idades. Para umidade relativa máxima menor umidade ($P<0,05$) ocorre para o aviário onde se utilizou água refrigerada para a climatização. Com relação aos tempos de coleta, para umidade relativa atual, menor umidade relativa ocorre as 13h00 e 16h00, quando comparado com as 07h00 ($P<0,05$). Houve efeito de interação entre idades e aviários ($P=0,0093$) para temperatura superficial das aves (TSC). Aos 42 dias de idade a TSC das aves é maior para o aviário 1 ($P<0,05$), quando comparado com o aviário 2. Para o aviário 1 houve efeito ($P<0,05$) das idades para a TSC, com maior temperatura aos 21 dias, não diferindo dos 7 dias de idade. Para o aviário 2 maior TSC ocorre aos 7, 14 e 21 dias de idade ($P<0,05$). Observou-se que não houve diferença para o peso médio e ganho de peso entre as aves alojadas nos aviários 1 e 2, no entanto, para a viabilidade criatória, houve diferença entre os aviários, com maior viabilidade para o aviário 1 (90,40%), quando comparado com o aviário 2 (86,40%). Aves alojadas no aviário 2 tiveram maior rendimento de carcaça fria ($P<0,05$), quando comparado com o rendimento das aves do aviário 1. Conclui-se que a refrigeração da água utilizada para climatização das aves não foi capaz de melhorar o desempenho, rendimento de carcaça e temperatura superficial das aves para o aviário 1, quando comparado ao coberto por sombra na maior parte do dia.

Palavras-chave: Climatização, Frangos de Corte, Refrigeração

1 INTRODUÇÃO

As atuais linhagens de frango de corte selecionadas para melhoria em parâmetros de desempenho, possuem alta taxa de crescimento, que gera produção de calor, cuja dissipação deve ocorrer para manutenção da homeotermia. Nesse contexto, o ambiente de criação pode ser um fator limitante para o crescimento e sobrevivência dos frangos (MACARI, 2002).

A instalação adequada dos sistemas de ventilação nos sistemas de criação deve propiciar o conforto ambiental das aves, principalmente relativo ao ambiente térmico e à qualidade do ar. O estudo detalhado do clima da região e/ou do local onde será implantada a exploração é determinante na definição do tipo de edificação. Assim, é possível projetar aviários com características construtivas capazes de minimizar os efeitos adversos do clima sobre as aves (ABREU e ABREU, 2011). Segundo DAMASCENO, 2010), um projeto de aviário deverá sempre amenizar as sensações de desconforto térmico para as aves. O ideal é que os produtores adotem tecnologias desenvolvidas através de aviários climatizados, para criar um ambiente confortável na produção.

Em condições de estresse térmico as aves demonstram uma série de comportamentos que reduzem a produção, para minimizar o ganho de calor. Os frangos aumentam a ingestão de água, eriçam as penas, esticam as asas, aumentam o fluxo sanguíneo periférico (MACARI, 2002), diminuem consumo de ração e seu ritmo de atividade, passando a ficarem parados por mais tempo, na tentativa de minimizar a produção de calor corporal; trata-se de um mecanismo de defesa das aves uma vez que, ficando paradas, gastam menos energia (SEVEGNANI, 2005; BARBOSA FILHO, 2007) e produzem menos calor e como consequência menos nutrientes são disponibilizados para o metabolismo, resultando em menor taxa de crescimento (ABU-DIEYEH, 2006).

Os principais fatores ambientais que afetam o desempenho de frangos de corte são a temperatura ambiente, umidade relativa e velocidade do ar. Considerando que estes fatores têm sido extensivamente estudados (YAHAV, 2000), levantou-se a questão sobre a temperatura da água utilizada para a climatização dos aviários de sistema negativo. A importância da temperatura e umidade do ar das instalações reside no seu efeito sobre a homeostasia das aves, e podem manter o equilíbrio reduzindo a produção de calor, pela perda de calor por evaporação (ofegação, reconhecido como a via principal para a perda de calor em

aves), aumentando a perda de calor sensível (convecção e radiação), ou uma combinação destas perdas (HILLMAN *et al.*, 1985).

Como um fator preponderante que dificultava a mensuração da perda de calor sensível das aves era a incapacidade de medir com precisão a distribuição da temperatura da superfície corporal. Recentemente, a termometria infravermelha tem sido usada com sucesso para medir a temperatura da superfície em mamíferos (MOHLER e HEATH, 1988; KLIR e HEATH, 1992; PHILLIPS e HEATH, 1992) e em aves (PHILLIPS e SANBORN, 1994; YAHAV *et al.*, 1998). Esta tecnologia proporciona uma melhor precisão da temperatura da superfície corporal.

Para se maximizar a produtividade, é imprescindível aliar um elevado potencial genético do plantel a uma alimentação com nível nutricional adequado, em ambiente saudável e ajustado às necessidades das aves. Nesse contexto, o ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, visto que essa tem por objetivo alcançar alta produtividade em espaço físico e tempo relativamente reduzidos (SCHIASSI, 2013).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar sistemas diferentes de climatização, sobre o desempenho e temperatura da superfície corporal das aves bem como, temperatura e umidade relativa das instalações e temperatura da cama.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Situação atual da produção de frangos de corte mundial e brasileira

A produção mundial de carne de frango, segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), registrou um aumento de 4% em 2009, passando de 79,3 para 81,7 milhões de toneladas. Embora a produção de carne de frango nos Estados Unidos registrou uma expansão de 19% desde 2000, a produção de carne no Brasil teve um crescimento de 90%, resultado que manteve o país entre os maiores produtores mundiais, ficando atrás somente de produção norte americana e chinesa (USDA, 2010). Fatores como a globalização, aumento da concorrência, desaceleração da economia mundial, demanda por produtos de melhor qualidade e mais saudáveis, têm levado os avicultores a procurar novas tecnologias para alcançar maior produtividade com menores custos, considerando o bem-estar do animais (MACHADO, 2012).

O consumo de carne de frangos cresceu 88% de 1961 até 2002. Nas ultimas quatro décadas, o Brasil conquistou espaço significativo na produção avícola mundial, visto que, de 1,4% para um patamar de 10,5% (BUENO, 2006), em 2004, foi considerado o segundo maior produtor de carne de frangos, apresentando um volume total de 8,4 milhões de toneladas e maior exportador mundial, com 2,4 milhões de toneladas de carne de frango (BUENO, 2006).

No Brasil, a avicultura vem apresentando bons resultados nos últimos anos, seja na produção de carne ou de ovos. Esse aumento é consequência da adoção de tecnologias para maior produção e melhor conversão (ABREU, 2011).

No início dos anos 80, um frango com 70 dias de idade atingia aproximadamente 2,0 kg de peso vivo, com conversão alimentar média de 3,5 ; atualmente, em apenas 42 dias é possível se obter um frango com 2,3 kg de peso vivo e conversão alimentar de 1,8. A alta produção de carne por área em um curto espaço de tempo, se deve a avanços científicos conquistados na genética, nutrição, sanidade e manejo, fazendo com que a produção de frango de corte atingisse um patamar elevado quanto á produção animal. Observa-se que, apesar de ter conquistado altos índices de produção, as instalações avícolas são um dos pontos concentradores de preocupações, em se trando de conforto térmico para frangos de corte (BUENO, 2006).

A criação de frangos de corte em alta densidade tem despertado interesse, pois pode proporcionar ganhos á indústria avícola. Entretanto, com aumento do número de aves, há maior produção de calor, aumento de temperatura, movimento restrito do ar á altura das aves. Temperaturas elevadas, quando não são letais, afetam a produtividade das aves (ABREU, 2011).

2.2 Condições climáticas para a criação de frangos de corte

A ave adulta é um animal que se adapta melhor a ambientes frios, pois seu sistema termorregulador é mais adequado para reter calor do que para dissipá-lo. Quando exposta ao estresse térmico, por elevadas temperaturas, a ave apresenta diminuição no consumo de ração e, em consequência, redução no ganho de peso e pior conversão alimentar. O sucesso ou fracasso de uma criação de frangos de corte está diretamente relacionado ás condições ambientais a que estes estão submetidos (BUENO, 2006).

O Engenheiro Agrícola deve se atentar para quatro pontos balizadores, a saber: conhecimento da fisiologia da ave, diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implementação de novos sistemas, aplicação dos conceitos básicos da ambiência e detalhamento da tipificação dos sistemas. Esses quatro pontos proporcionarão a avaliação da situação e apontarão ajustes que deverão ser realizados nesses sistemas para pleno funcionamento (ABREU, 2011).

As aves são animais homeotermos, ou seja, conseguem manter a temperatura corporal constante, porém somente quando a temperatura ambiental varie dentro da zona de termoneutralidade. Quando a temperatura ambiental assume valores fora da zona de termoneutralidade, o animal entra em condição de estresse térmico. Assim a manutenção da homeotermia é realizada por meio de ajustes fisiológicos e comportamentais em função do nível do estresse, ocasionando perdas energéticas (CASTRO, 2011).

A faixa de conforto térmico ou termoneutra compreende a faixa de temperatura ambiente em que o consumo de energia para o metabolismo basal é mínimo, o seja, o gasto energético para manter a homeotermia é pequeno, e a energia líquida para produção é máxima (FURLAN, 2011).

Para frangos de corte a zona de termoneutralidade varia de acordo com a fase de desenvolvimento desses animais. Na fase inicial de criação (1 a 15 dias), as aves não possuem

o sistema termorregulador desenvolvido, necessitando de aquecimento do ar ambiente para manter na faixa dos 32°C, evitando o estresse por frio, fator que é responsável pelo alto índice de mortalidade nessa fase. Após esse período inicial, com o desenvolvimento do sistema termorregulador e o aumento de sua reserva energética, a temperatura crítica superior é de 24°C até a quarta semana, diminuindo podendo chegar até 22°C na sexta semana de idade (CASTRO, 2011).

Entretanto, é importante que a umidade relativa permaneça baixa quando a temperatura do ambiente está alta. Apesar das altas temperaturas terem efeitos negativos sobre a eficiência alimentar, é notável que esse fato só ocorre quando a temperatura e umidade são elevadas (CASTRO, 2011).

As más condições do ambiente onde o animal é alojado é uma das principais responsáveis pelas perdas na produção animal, pois as trocas térmicas que ocorrem ocasionam um desequilíbrio, por depender diretamente das condições em que os animais e o ambiente se encontram.

As aves trocam calor com o meio por da radiação, condução, e convecção (trocas sensíveis), e da evaporação (troca latente). As trocas de calor ocorrem inicialmente por meios sensíveis, e em condições de estresse, pelas formas latentes (SILVA, 2000).

Em ambientes com temperatura acima de 35°C, a evaporação é o principal meio de dissipação de calor, porém, esse meio tem sua eficiência vinculada á umidade relativa do ar, que não deve ultrapassar 75% (CASTRO, 2011). Por não possuírem glândulas sudoríparas, impossibilitando a sudação, a liberação do calor por evaporação nas aves ocorre na forma de ofegação, ou seja, resfriamento evaporativo respiratório (CASTRO, 2011). A ofegação, além de ter custo energético elevado, afeta o equilíbrio ácido-base (alcalose-respiratória) e o conteúdo de água e eletrólitos no organismo animal (BORGES, 2009).

Quando expostas ao calor, as aves aumentam a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçam as penas e intensificam a circulação periférica. Com vasodilatação periférica, o sangue migra para a superfície do corpo, principalmente para as cristas e barbelas e, dessa forma, o calor metabólico pode ser liberado ao ambiente, por meio da condução, convecção e radiação. As aves também procuram por locais mais frescos, com o objetivo de aumentar as perdas de calor por condução. As pernas e pés das aves possuem um sistema

vasodilatador bem desenvolvido, além de serem desprovidos de penas, o que favorece a perda de calor para o ambiente (CASTRO, 2011).

As aves, quando estão em estresse térmico, diminuem a ingestão de alimento e as atividades físicas, causando perdas na produção podendo chegar a óbito, quando submetidas ao estresse durante longos períodos.

A avicultura depende, entre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais, sendo necessário, portanto, adequação climática das instalações. Como ação inicial de melhoria das condições térmicas das instalações deve-se considerar a redução dos efeitos climáticos, que podem ser alcançadas com a utilização de materiais para coberturas que minimizem o fluxo de calor para dentro das instalações, e que, conseqüentemente possa atingir os animais (CASTRO, 2011).

O conforto térmico de uma instalação depende de fatores como o calor interno produzido pelos animais, o calor que penetra na construção por incidência solar, o calor trocado por condução por meio de paredes e cobertura e as trocas térmicas de aquecimento ou resfriamento provocadas pelo ar circundante (CASTRO, 2011).

Para avaliar o comportamento térmico dos materiais de uma instalação é necessário analisar a temperatura e a umidade relativa do ar, direção predominante e velocidade dos ventos, pluviosidade e radiação solar global em função do tempo da exposição a essas condições. (CASTRO, 2011).

É importante, antes de se construir o aviário, fazer um estudo detalhado do clima da região e/ou local escolhido, definindo os limites de temperatura, umidade, direção e intensidade dos ventos e um estudo da região para adequar as instalações. A falta de controle dos aviários pode trazer uma série de complicações à saúde das aves (MATUCHAK, 2011).

ABREU (2011) afirma que após os 21 dias de vida, as aves já têm seu sistema termorregulador definido e, também, criam condições de recuperar a temperatura perdida para o meio, pois há menor movimentação dentro do aviário, aumento do empenamento e de consumo de alimento. É aí que cresce a importância do manejo nutricional. Nessa fase, as aves necessitam de alimentos ricos em energia, que proporcionem maior produção de calor para manter a temperatura corporal e impulsionar o crescimento.

Se as condições dentro dos aviários não forem adequadas, a exigência das aves por energia via ração, aumentará. As novas linhagens de frangos de corte, frutos de melhoramento genético que visa elevado potencial de crescimento e conversão alimentar, necessitam de uma dieta com níveis mais altos de energia e aminoácidos (MATUCHAKI, 2011).

Quanto à qualidade do ar, os problemas podem surgir de forma muito natural. Ao respirar, as aves eliminam gás carbônico e retiram o oxigênio do ar. Com os gases produzidos nas camas, como a amônia, a situação fica mais grave. Um eficiente sistema de ventilação pode eliminar (ou reduzir) a ação dos gases e repor o oxigênio. A definição do melhor sistema a ser instalado na granja depende das características climáticas da região e das dimensões do galpão (MATUCHAKI, 2011).

Dentro do aviário deve-se sempre respeitar o limite físico das aves, que é apontado por diversos fatores. Entre eles, a idade das aves. Nos primeiros dias, é imprescindível uma boa fonte de calor, que mantenha a temperatura ambiente em torno de 32°C. Com o passar do tempo, essa necessidade vai diminuindo. "A ave pequena requer mais calor. Na primeira semana de vida, a temperatura de conforto térmico fica entre 32 e 35°C. À medida que a ave cresce, essa temperatura cai, em média, 3°C por semana" (MATUCHAKI, 2011).

CARVALHO (2009) estudou o zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo (SRE) acoplado a um sistema de ventilação em modo túnel (SVT), com vistas à criação de frangos de corte na região Sudeste do Brasil. Quatro configurações do sistema foram testadas: a) SVT; b) SVT associado à SRE do tipo material poroso umedecido com 40% de eficiência (SVT-PAD40); c) SVT associado à SRE do tipo material poroso umedecido com 70% de eficiência (SVT-PAD70) e d) SVT-PAD70 associado a sistema de nebulização (SVT-PAD70+NEB). O ambiente térmico foi caracterizado por meio do índice de temperatura e umidade, enquanto o desempenho das aves foi determinado pelo consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar. Dados meteorológicos de 1980 a 2001, disponibilizados pelo Projeto Reanálise-2 do NCEP/NCAR, foram utilizados nesta pesquisa. Verificou-se o efeito benéfico do uso dos SRE, com SVT-PAD70+NEB proporcionando as melhores condições de produção, em especial nos meses de setembro e outubro para quase toda a região Sudeste, com destaque para as mesorregiões Norte e Noroeste de Minas Gerais.

2.3 Climatização e climatizadores das instalações para as aves

CAMPOS (2008), determinou o potencial de redução de temperatura do ar por meio de sistemas de resfriamento adiabático evaporativo para a região de Maringá, Estado do Paraná. Foram utilizados dados de 13 anos da Estação Climatológica Principal de Maringá. Relacionou-se a temperatura ambiente, umidade relativa e potencial de redução de temperatura por meios evaporativos. Através dos resultados obtidos, foi possível perceber que, os meses que apresentam maior potencial de redução de temperatura foram: agosto, setembro, outubro e novembro, devido aos baixos valores de umidade relativa do ar. Os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março, apesar de se situarem no verão, apresentaram menor potencial de redução de temperatura por meio de resfriamento adiabático evaporativo, devido à incidência de maiores valores de umidade relativa do ar. Entretanto, pelos valores analisados, conclui-se que esta técnica (resfriamento adiabático) apresenta-se promissora para os horários mais críticos (13h00min às 18h00min), com maior temperatura do ar.

BUENO (2005), realizou um experimento em dois galpões comerciais de uma granja, um com sistema de ventilação e nebulização e com 13 aves m² (G1) e o outro com sistema de ventilação tipo túnel, composto de exaustores e bomba de nebulização e com 18 aves m² (G2). A duração do experimento foi de 14 meses com análise completa de cinco lotes de criação em diferentes estações do ano, onde foram analisadas as variáveis relativas à eficiência energética, ao conforto térmico e índices produtivos. Observou-se que os dois galpões apresentaram valores semelhantes para o conforto térmico e para os índices de produtividade animal. Em relação ao consumo de energia elétrica, G2 apresentou valores maiores que G1, porém com uma produção de frangos 38% maior que G1. Os índices de eficiência energética foram baixos, demonstrando haver oportunidade para adoção de medidas de conservação e de racionalização de energia elétrica.

OLIVEIRA (2006) utilizou 180 pintos machos de 1 dia de idade, da linhagem Ross (peso inicial $43,0 \pm 0,2$ g) para avaliação dos efeitos de diferentes ambientes sobre o desempenho e as características de carcaça. As aves foram criadas no período de 1 a 49 dias de idade em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com três ambientes (conforto térmico, calor seco e calor úmido), seis repetições por tratamento e dez aves por unidade experimental. O ambiente de calor influenciou negativamente o consumo de ração e o ganho de peso das aves em todos os períodos estudados, mas esse efeito foi mais acentuado

nas aves mantidas em ambiente de calor úmido. O calor também influenciou negativamente os pesos absolutos de coxa, sobrecoxa e peito. Altas temperaturas prejudicam o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade, de modo que esses efeitos são mais acentuados pelo aumento da umidade relativa do ar.

TINÔCO (2002), comparou a eficiência de alguns materiais porosos alternativos encontrados no Brasil: cinasita (argila expandida), serragem, fibra vegetal e carvão, para o Sistema de Resfriamento Adiabático Evaporativo (SRAE). O experimento se deu em condições de verão, em estufas situadas na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais. O conforto térmico ambiente foi avaliado através do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e umidade relativa do ar (UR), medidos diariamente, a cada duas horas, das 8 às 18 h. Os resultados obtidos foram interpretados através da análise de variância. Com base neste estudo, é possível inferir que a confecção de placas porosas para resfriadores evaporativos, utilizando-se os materiais cinasita e carvão vegetal, indica vantagens sobre os demais materiais estudados (serragem e fibra de madeira). No entanto, como não houve diferença estatística significativa em todos os horários, para os materiais testados e com base nos resultados de umidade relativa do ar e ITGU, sugere-se a condução de novas pesquisas, no sentido de se determinar a espessura correta da placa porosa, tendo em vista a obtenção correta da pressão estática do sistema, sendo este um fator determinante, no que se refere à sua eficiência.

BARBOSA (2012), utilizou dois galpões aviários, sendo o galpão 1 (SRAE) equipado com um sistema de resfriamento adiabático evaporativo e o galpão 2 (SRAE+SETV) equipado com um sistema de resfriamento adiabático evaporativo associado a um sistema evaporativo de tijolos vazados, instalado frontal e lateralmente a este galpão. Foram avaliadas a temperatura e a umidade relativa do ar por meio de equipamentos automáticos (datalogger), juntamente com o Índice Térmico Ambiental de Produtividade para frangos de corte (IAPfc). Utilizou-se 960 aves, machos, da linhagem Cobb, sendo as rações experimentais isoprotéicas, com exceção dos níveis energéticos, que foram de 3100, 3200, 3300 e 3400 KJ. A utilização do sistema de resfriamento adiabático evaporativo SRAE foi mais eficiente quando associado ao sistema evaporativo de tijolos vazados SETV. O SRAE+SETV proporcionou um ambiente mais confortável e homogêneo mostrando efeito sobre os parâmetros produtivos, favorecendo a conversão alimentar. Mesmo os galpões apresentando ambientes moderadamente confortáveis, segundo os valores do IAPfc obtidos, o SRAE+SETV mostrou melhor equilíbrio

nas condições ambientais entre as sessões. Os níveis de energia influenciaram apenas a deposição da gordura abdominal.

VIGODERIS (2006), avaliou um sistema de ventilação mínima e sua influência no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho zootécnico de aves criadas durante o inverno. Foram utilizados dois galpões similares, cada um com 9.500 aves, da linhagem Cobb, durante um ciclo produtivo completo. Em um dos galpões, foi instalado um sistema de ventilação positiva que atendia à necessidade mínima de renovação de ar, composto por três ventiladores com vazão de 300 m³/min, instalados no forro, paralelamente ao piso. O outro galpão foi considerado controle e não possuía sistema de ventilação. Houve diferença na temperatura e umidade relativa do ar nas duas primeiras semanas de vida das aves, sobretudo no sistema de ventilação mínima que apresentou as piores condições de conforto. As aves mantidas no galpão sem sistema de ventilação tiveram os melhores resultados de peso ao abate (com ventilação - 1,549 kg; e sem ventilação - 1,577 kg), conversão alimentar (com ventilação - 1,63 kg/kg; sem ventilação - 1,59 kg/kg) e eficiência produtiva (com ventilação - 285 e sem ventilação - 297). Houve diferença também na concentração de gases contaminantes, que foi menor no sistema com ventilação mínima. O sistema com ventilação mínima, da maneira como foi concebido no experimento, diminuiu significativamente a temperatura no interior do galpão avícola, comprometendo o conforto térmico e o desempenho animal. Apesar de o sistema com ventilação mínima resultar em menores concentrações de gases, nenhum dos sistemas promove concentração média de dióxido de carbono e monóxido de carbono prejudicial às aves.

2.4 Condições da cama.

Nos países tropicais os desafios na produção estão nos fatores ambientais, como a alta temperatura e umidade dentro do galpão de criação, o que prejudica a produtividade da ave. Neste sentido, JACOB (2014) realizou um estudo com objetivo de verificar se o sistema de ventilação afeta a temperatura da cama. O trabalho foi realizado em dois galpões comerciais de frango de corte, sendo um de pressão negativa e outro de pressão positiva, na Cooperativa de Holambra, localizada no município de Artur Nogueira-SP. O clima na região é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. Os galpões foram divididos em

quadrantes e as variáveis registradas no centro geométrico dos quadrantes. Foram monitoradas as variáveis do ambiente de alojamento (temperatura de bulbo seco, TBS e umidade relativa, UR), e a temperatura superficial da cama em três quadrantes. Os resultados mostraram que houve diferenças das variáveis em função dos sistemas de ventilação.

CARVALHO (2009) estudou as condições iniciais de alojamento de aves, de um dia de idade, em termos da qualidade da cama de frango reutilizada e do ar, em aviários comerciais de produção com diferentes sistemas de ventilação mínima e tipologia, por meio de análise geoestatística. O experimento foi realizado em quatro aviários: Blue House I (T1) e Blue House II (T2), Dark House (T3) e Convencional (T4). As variáveis analisadas foram: pH, umidade, temperatura superficial e concentração de amônia, tendo-se coletado as amostras na altura dos frangos, em 80 pontos equidistantes no interior do pinteiro. A análise geoestatística auxiliou a identificação de pontos críticos no controle dos ambientes estudados. O estudo demonstrou que o manejo da ventilação mínima não é suficiente para garantir a qualidade do ar nos pinteiros. A cama reutilizada de casca de café e arroz (T1 e T2) apresentou melhor qualidade do que a cama reutilizada de maravalha fina (T3 e T4). O sistema de ventilação mínima, em T2 e T4, é o mais eficiente quanto à renovação do ar nos pinteiros.

ARAÚJO (2007), procurou estudar os efeitos dos diferentes tipos de cama e densidade populacional no desempenho de frangos de corte. Foram utilizados 264 pintos de um dia de idade de ambos os sexos da linhagem Hubbard. Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições num arranjo fatorial $3 \times 2 \times 2$ (3 camas: casca de arroz, bagaço de cana e maravalha de madeira; 2 densidades: 10 e 12 aves/m² e 2 períodos: 1o = 1 a 28 dias e 2o = 29 a 42 dias). As variáveis estudadas foram: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar das aves. Não se observaram efeitos significativos ($P > 0,05$) dos três tipos de camas nas variáveis estudadas. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) para ganho de peso (1,05 e 0,61 kg) e consumo de ração (1,49 e 1,93 kg) e conversão alimentar (1,41 e 2,72) para o 1o e 2o períodos, respectivamente. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) das duas densidades para ganho de peso, porém ocorreu efeito significativo para consumo de ração ($P < 0,01$) e conversão alimentar ($P < 0,05$), em que as aves na maior densidade consumiram menos ração e converteram melhor o alimento. Os três materiais podem ser usados como cama para criação de frangos de corte, ficando a critério do produtor

a sua escolha, e o melhor desempenho das aves ocorreu no primeiro período, recomendando-se alojar 12 aves/m².

ANGELO (1997), avaliou o efeito sobre o desempenho, mortalidade e incidência de lesões do peito, joelho e coxim plantar em frangos de corte criados sobre cama de maravalha, casca de arroz, feno de braquiária, feno de Napier e feno de coast-cross. Adotou-se um delineamento em blocos inteiramente casualizados com esquema fatorial 5 x 2 (5 camas e 2 sexos) com quatro repetições de 50 aves cada uma. Como padrão de altura da cama, utilizou-se 5 cm de maravalha e peso obtido (20250 g) foi adotado como critério para forrar boxes com os demais materiais. Observou-se deposição de 1697 g de excreta por ave criada (34% do consumo de ração). A incidência de lesões foi avaliada em cinco aves por repetição, aos 35, 42 e 49 dias de criação e após o abate. O critério para o registro de escore de lesão foi; 0 = sem lesão; 1 = inflamação; 2 = ulceração não severa e 3 = ulceração severa. Ao final do período experimental, não foram observadas diferenças de peso médio, ganho de peso médio, consumo de ração médio, conversão alimentar e mortalidade entre tratamentos. As lesões de joelho e coxim plantar das aves criadas em feno coast-cross e feno de napier foram mais severas que aquelas criadas em maravalha e feno de braquiária. Os machos apresentaram desempenho superior ao das fêmeas, mas as sua lesões de joelho foram mais severas, independente da cama utilizada. Com base nos resultados de desempenho de lesões, concluiu-se que no feno de braquiária pode ser usado como cama, em substituição da maravalha ou casca de arroz.

2.5 Temperatura superficial das aves

As instalações avícolas devem assegurar um ambiente de conforto térmico que proporcione ao animal expressar todo o seu potencial genético para produção motivo pelo qual novas ferramentas estão sendo aplicadas para medir o conforto térmico animal destacando-se as câmeras termográficas. NASCIMENTO (2014), objetivou-se avaliar a associação da temperatura superficial das aves com as das instalações e estimar a transferência de calor sensível. Para isto foram registradas as condições térmicas de alojamento em dois aviários com sistemas de ventilação distintos, no período de março a abril de 2011. Os aviários foram divididos em seis quadrantes para a coleta das temperaturas superficiais obtidas através de uma câmera termográfica infravermelho. Em cada quadrante também foram registradas temperatura ambiente, umidade relativa e velocidade do ar durante

as coletas das imagens. Constatou-se que as temperaturas superficiais das aves estão associadas à temperatura superficial da instalação (cortinas laterais, forro e cama). No aviário com ventilação negativa foram registradas maiores velocidades do ar em relação ao convencional razão pela qual possibilitou a maior transferência de calor sensível pelas aves, sugerindo melhores condições de conforto térmico.

NASCIMENTO (2011), utilizou dois galpões avícolas, onde foram coletadas fotos termográficas, para montagem da base de dados. Nas fotos do perfil térmico foram coletadas temperaturas superficiais da plumagem e da pele e correlacionadas com índice de temperatura e umidade (ITU). Por meios das árvores de decisões geradas na análise de classificação do conforto térmico das aves a que apresentou a maior precisão total (68%) foi a que utilizou as temperaturas superficiais discretizadas pela média (baixa e alta), na qual a temperatura superficial da plumagem (TSPL) foi o nó raiz. A análise de mineração de dados associado a tecnologia de temperatura superficial infravermelho apresentaram grande potencial de aplicação na caracterização do ambiente e na predição de conforto térmico em frangos de corte.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Analisar a influência de dois sistemas de climatização diferentes, um deles utilizando água a temperatura ambiente e o outro dotados de um sistema de refrigeração, no ambiente térmico e nas respostas zootécnicas de frangos de corte.

3.2 Objetivos Específicos

- Estudar as variáveis internas como temperatura e umidade relativa e verificar se estão de acordo para fornecer o conforto térmico ideal.
- Analisar a temperatura da cama de frango nos diferentes horários do dia.
- Estudar a temperatura superficial das aves através de imagens termográficas.
- Taxa de Mortalidade.
- Analisar o ganho de peso das aves.

4.1 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em um espaço cedido na Área Experimental de Aquaponia, pertencente à Faculdade de Ciências Agrárias, localizada no Campus 2 da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, Mato Grosso do Sul, região caracterizada por clima tropical, temperatura média de 26 °C com pouca pluviosidade no inverno, com média anual de 1110 mm. A classificação do clima é Aw segundo a Köppen e Geiger. O experimento, iniciado com a construções de dois aviários em escala 2:100, foi conduzido a partir do dia 25 de agosto de 2015 até o dia 6 de outubro.

4.1 Instalações experimentais.

O processo de montagem dos aviários foi dividido em algumas etapas: marcação e nivelamento do terreno, construção, instalação dos climatizadores, automação do sistema e, por fim, instalação de bebedouros, comedouros e a colocação da cama de frango. Escolhida a área, foram feitas as devidas marcações seguindo a orientação Leste-Oeste, dotadas das dimensões 6 X 1,5 X 1,5 m (comprimento x largura x altura). Para o telhado, em fibrocimento de 6 mm, foi escolhido um ângulo inclinação de 12°. Os dois aviários foram equipados com climatizadores evaporativos, modelo EB-100 (Fabricante: Ecobrisa), que possuíam as seguintes características: vazão de 6000m³/h, potencia elétrica de 208 W e dimensões de 119 X 97 X 81cm. No aviário 1 além do mesmo ter o climatizador evaporativo, ele continha um equipamento que realizava a refrigeração da água utilizada na climatização interna, já o aviário 2 não continha esse equipamento e a água utilizada foi a temperatura ambiente.

Na construção dos aviários, foi utilizado na estrutura, a Eucalipto roliço. Os pilares de eucalipto foram concretados no solo, utilizando uma mistura de cascalho com areia e cimento. As Figuras de 1 a 3 ilustram algumas etapas do processo de construção.

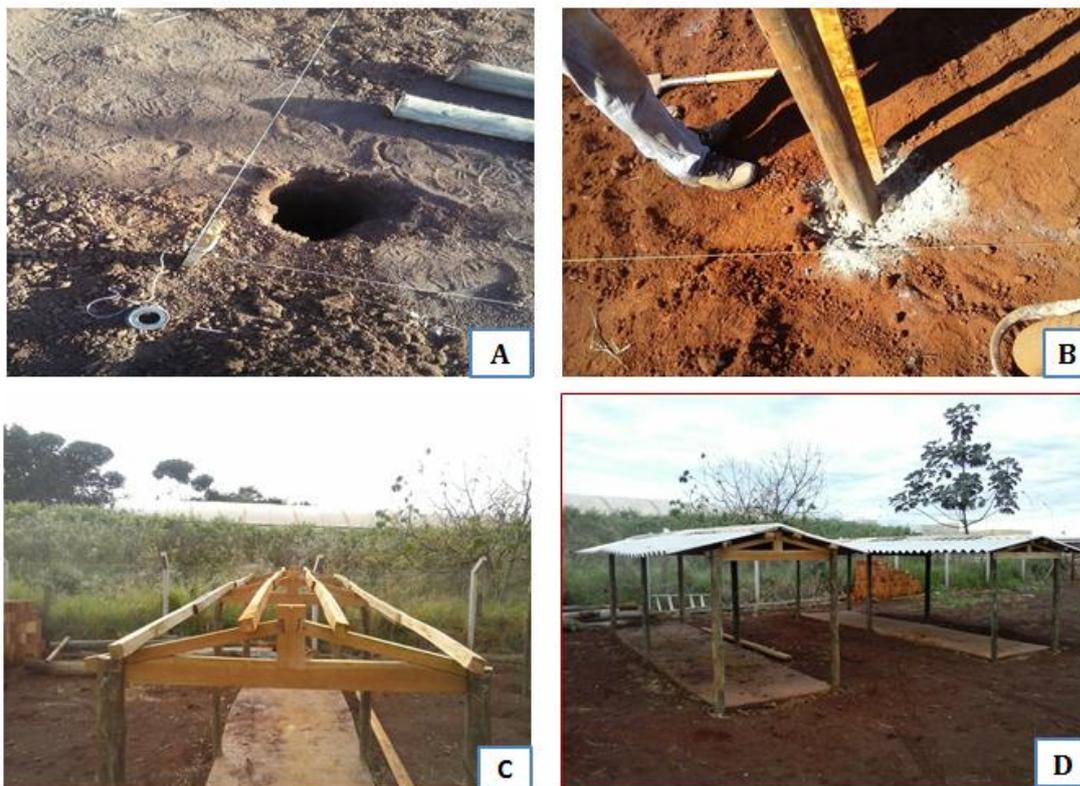


Figura 1: A: perfuração para a construção da fundação; B: construção das fundações; C: madeiramento do telhado D: fixação do telhado.

Os materiais utilizados no processo de construção dos aviários, são os materiais que havia disponível no local (telha de fibro-cimento e eucalipto roliço) que ficam evidenciados na Figura 1D e 1B. Numa tentativa de melhorar as características térmicas, as telhas de fibro-cimento foram pintadas com cal virgem (Figura 2C).



Figura 2: A: processo de construção das muretas; B: fixação das telas; C: pintura dos aviários; D: sistemas de climatização – aviário 2.

Quando os aviários já estavam quase sendo finalizados, houve a instalação de um barracão pré-moldado ao lado dos mesmos, o qual passou a causar sombreamento sobre o aviário 2, durante o período da tarde.

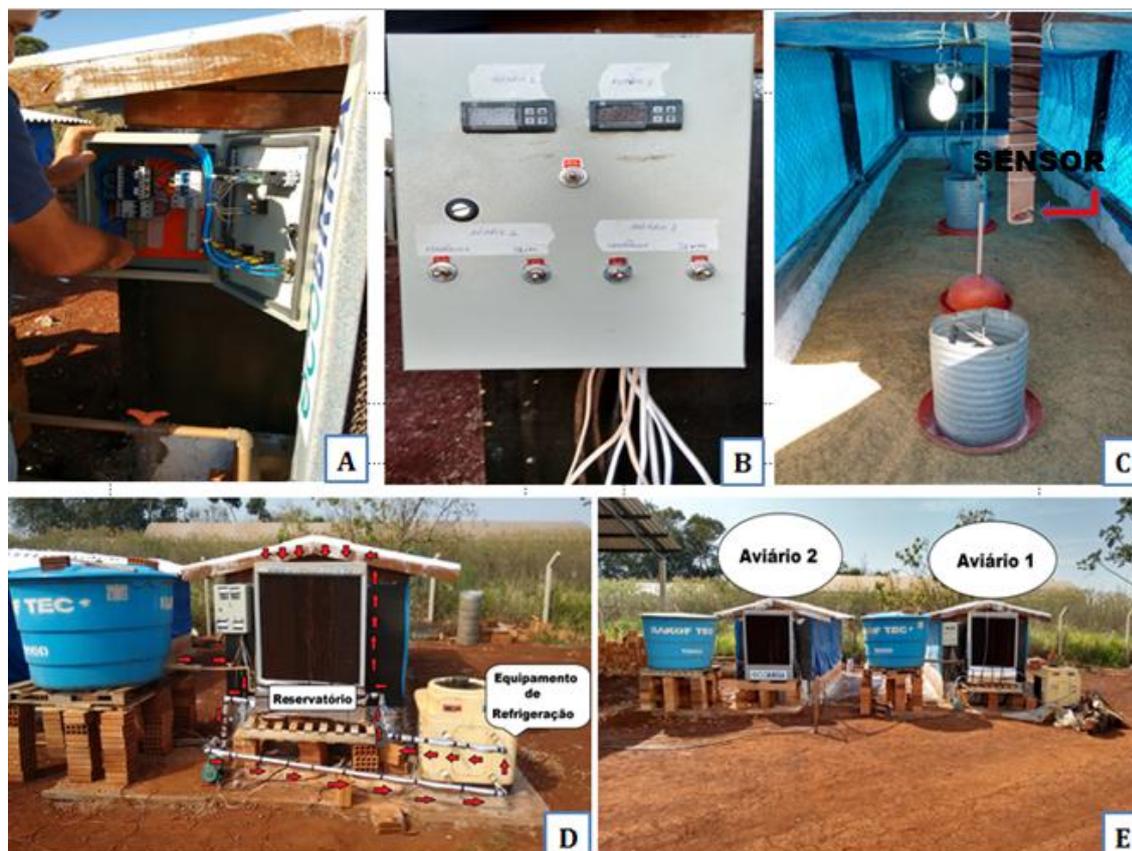


Figura 3: A:automação do sistema; B: painel de controle; C: visão interna do aviário depois de instalado os comedouros, bebedouros, lâmpadas de iluminação e aquecimento e a cama de frango; D:sistema de climatização do aviário - 1; E: visão panorâmica dos dois aviários.

Os aviários foram identificados como “Aviário 1 “ e “Aviário 2”. O Aviário 2 foi o que ficou ao lado do barracão pré-moldado, e que recebia sombra deste durante a tarde, recebendo a instalação do climatizador evaporativo, sem modificações.. Assim, no aviário 2 a água utilizada no climatizador era trabalhada a temperatura ambiente, provinda de um reservatório de 1000L instalado ao lado do aviário . A Figura 3E mostra os aviários 1 e 2 finalizados e prontos para o alojamento dos pintinhos, onde pode se observar a sombra do barracão pré-moldado começando a se projetar sobre o Aviário 2.

No Aviário 1, foi instalado um sistema de refrigeração, uma bomba de calor para resfriar a água utilizada no climatizador evaporativo (Figura 3D), a qual era mantida numa faixa de temperatura de 5°C até 10°C, através de um controlador digital de temperatura, que provia o acionamento e o desligamento da bomba de calor para manter a temperatura da água na faixa pré-estabelecida.

A montagem experimental foi finalizada com a instalação das lâmpadas de aquecimento e iluminação, bebedouros, comedouros, cama de frango (Figura 3C) e montagem do painel elétrico de controle e acionamento dos sistemas elétricos (iluminação, climatizadores, sistema de refrigeração e bomba d'água) (Figuras 3A e 3B). A Figura 3C mostra o interior de um dos aviários após a finalização da montagem experimental, onde pode ser visto em primeiro plano o sensor de temperatura, depois, o sistema de iluminação, os bebedouros e comedouros e o piso recoberto com a “cama de frango” (palha de arroz).

Trabalhando no conceito de túnel de vento, inicialmente, os forçadores de ar dos climatizadores foram retirados e instalados na lateral oposta dos aviários, de forma a se trabalhar com pressão “negativa”. No entanto, devido a falta de estanqueidade da construção e da cortina de lona, havia muita infiltração de ar externo, reduzindo a quantidade de ar que efetivamente passava pelo climatizador, afetando o desempenho da climatização. Por este motivo, os forçadores foram remontados nos climatizadores e, passou-se a trabalhar com pressão “positiva”, ou seja, insuflamento ao invés de sucção.

Nos dois aviários, o acionamento dos climatizadores (forçador e bomba de umidificação) foi feito através de controladores digitais de temperatura, os quais recebiam informação de sensores de temperatura instalados na lateral oposta ao climatizador, no ponto mais distante deste, onde se tem a pior condição do ar.

4.2 - Aves e manejo

Foram utilizadas 250 aves com um dia de idade, machos, da linhagem Cobb. As aves receberam ração e água *ad libitum* durante todo o período experimental. As dietas foram à base de milho e farelo de soja ajustadas de acordo com a fase (inicial: 1-21 dias e final: 22 a 42 dias de idade), seguindo as exigências nutricionais estabelecidas por ROSTAGN (2011). Os níveis adotados foram: Energia Metabolizável: 2.883 e 3.121kcal; Proteína Bruta: 21,27 e 18,86%; Ca: 0,85 e 0,69%; Na: 0,19 e 0,20%; Proteína digestível: 0,42 e 0,32%, respectivamente para as fases inicial e final.

Os pintos foram vacinados no incubatório contra a doença de Marek e doença de Gumboro (IBD). O seguinte programa de vacinação foi concluído durante o período experimental: gumboro (estirpe fraca) no dia 7 via ocular; doença de Newcastle e gumboro (estirpe quente) através da água de beber, usando leite em pó como veículo (2 g L⁻¹) no dia

14. A cama foi de palha de arroz e a quantidade em cada parcela de 1,2 kg de matéria seca/ave alojada. O programa de luz adotado foi de 24 horas durante todo o período experimental, exceto nos dias em que a iluminação natural já era o suficiente para clarear a parte interna do aviário durante o dia, as luzes eram apagadas nesses momentos.

O alojamento das aves, onde foi feito um círculo de proteção e instalada uma campânula de aquecimento elétrica com lâmpada, para garantir o aquecimento inicial.

4.3 - Parâmetros avaliados

4.3.1 - Temperatura superficial

Foram selecionadas 15 aves/aviário, sendo cada aviário dividido em três quadrantes: frente, meio e fim, correspondendo as repetições, portanto em cada quadrante foram avaliadas cinco aves. A temperatura superficial foi registrada por câmara termográfica Testo®, semanalmente, com precisão de $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ e no espectro de 7,5 - 13 μm , e utilizadas para a determinação da temperatura de quatro regiões do corpo (asa, cabeça, perna e dorso) e da temperatura superficial média (TSC) calculada, de acordo com Richard (1971), usando a fórmula: $TS = (0,12 T_{asa}) + (0,003 T_{cabeça}) + (0,15 T_{perna}) + (0,70 T_{dorso})$ (Figura 7). A obtenção das temperaturas superficiais das diferentes regiões das aves a partir das imagens termográficas foi realizada com software IRSoft da Testo®, delimitando-se as áreas corporais específicas das ave, mantendo-se constante o formato e tamanho das áreas para cada região em todos as aves. A emissividade adotada da superfície da ave foi de 0,98, como proposto por NÄÄS *et al* 1995.

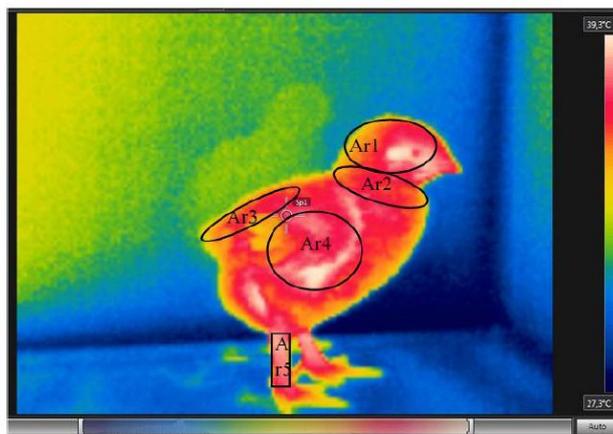


Figura 4: Seleção das áreas específicas de um pinto (Ar1: cabeça; Ar2: pescoço; Ar3: dorso; Ar4: asa; Ar5: perna).

4.3.2 - Temperatura e umidade relativa

A coleta de dados de temperatura e umidade relativa internas foi realizada diariamente com dois termo-higrômetros digitais da marca INCOTERM modelo 7429 TFA , um em cada aviário, da marca TFA, diariamente. Os aparelhos foram instalados na parte central de cada aviário, na altura das aves, para que pudessem realizar a coleta de dados de forma mais representativa.

As leituras foram feitas em três horários diferentes do dia (7h00, 13h00 e 16h00), para que pudesse varrer a maior variação possível de temperatura. Nos mesmos horários foi feita a leitura da temperatura da cama do aviário com um termômetro infravermelho marca BENETECH, modelo GM300. Para a coleta da temperatura da cama os aviários foram divididos em frente, meio e fim, onde em cada quadrante foi realizada a mensuração da temperatura. Para ambos os parâmetros após a tabulação dos dados foi calculada a média semanal.

4.3.3 - Desempenho

Para dados de desempenho foi avaliado, ganho de peso e o peso médio calculados de 1 a 21 e de 22 a 42 dias de idade. A mortalidade foi registrada diariamente, para o cálculo da viabilidade criatória. A viabilidade criatória é calculada pela diferença entre o número de aves que foram alojadas e o número de aves que foram retiradas para o abate. O resultado é apresentado em porcentagem.

4.3.4 - Rendimento de carcaça

Aos 43 dias de idade, todas as aves dos aviários foram atordoadas com CO₂ e abatidas por sangria, os frangos foram submetidos a um jejum de 6 horas pré-abate e pesados individualmente antes do abate. Foi calculado o rendimento de carcaça (antes e após o resfriamento da carcaça no “chiller”), com base no peso da ave antes do abate. O rendimento de carcaça (%) foi obtido pela relação entre o peso da carcaça fria (sem pés, cabeça e pescoço) e o peso quente.

4.3.5 - Delineamento e tratamentos experimentais

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) com dois tratamentos, sendo um controle positivo, onde as aves estavam alojadas em aviário climatizado com água refrigerada e um controle negativo, onde as aves estavam alojadas em aviário climatizado com água não refrigerada para avaliação dos rendimentos. Para os parâmetros de temperatura e umidade relativa das instalações e temperatura da cama, em esquema fatorial 2x6x3 (dois tratamentos de climatização e seis idades – 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade como parcelas subdivididas e três tempos – 07h00, 13h00 e 16h00 como parcelas sub-divididas) e para a temperatura superficial corporal, em esquema fatorial 2x6 (dois tratamentos de climatização e seis idades – 7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade como parcelas sub divididas)

4.3.6 - Análise estatística

Os dados foram analisados com o pacote STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Antes das análises propriamente ditas, os dados foram analisados em relação à presença de informações discrepantes (“outliers”) e normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk).

Os dados de temperatura e umidade das instalações, temperatura da cama e temperatura da superfície corporal foram analisados de acordo com o Proc Mixed para modelos mistos de acordo com os arranjos descritos. Para as análises, dentre as 15 diferentes estruturas de covariância testadas, a que melhor se ajustou ao modelo estatístico foi escolhida baseado no menor valor do critério de informação Akaike corrigido (AICC) (WANG; GOONEWARDENE, 2004). O modelo incluiu efeitos fixos de climatização dos aviários

(água resfriada e água não resfriada), idades de coleta (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade), tempo de coleta (7h00, 13h00 e 16h00), bem como efeitos de interações duplas e triplas entre os fatores. Para os rendimentos de carcaça os dados foram analisados de acordo com o Proc Mixed, com efeito fixo de climatização dos aviários (água não resfriada e água resfriada). Adicionalmente, as comparações de médias entre os tratamentos foram realizadas através do teste de Tukey ajustado. Para todos os teste realizados foi adotado o nível de significância de 5%.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 5 mostra a temperatura de globo negro, a sensação térmica (WBGT) e a umidade relativa do ar externo, para verificar a influência do ambiente externo sobre o ambiente interno e sobre a água utilizada na climatização (Figura 8).

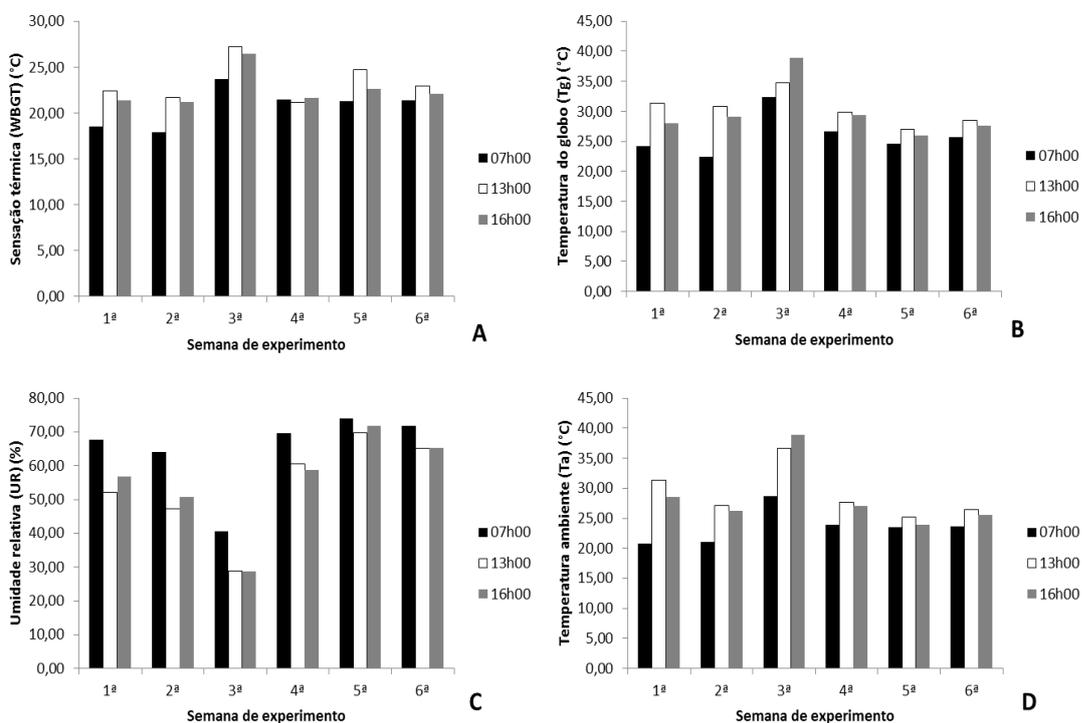


Figura 5: A: sensação térmica; B: temperatura do globo negro; C: umidade relativa do ar e D: temperatura ambiente.

Para os valores obtidos tanto de temperatura máxima e mínima do ambiente, quanto para a temperatura da cama não houve diferença estatística, pois todos os valores médios obtidos foram muito próximos (Figura 6).

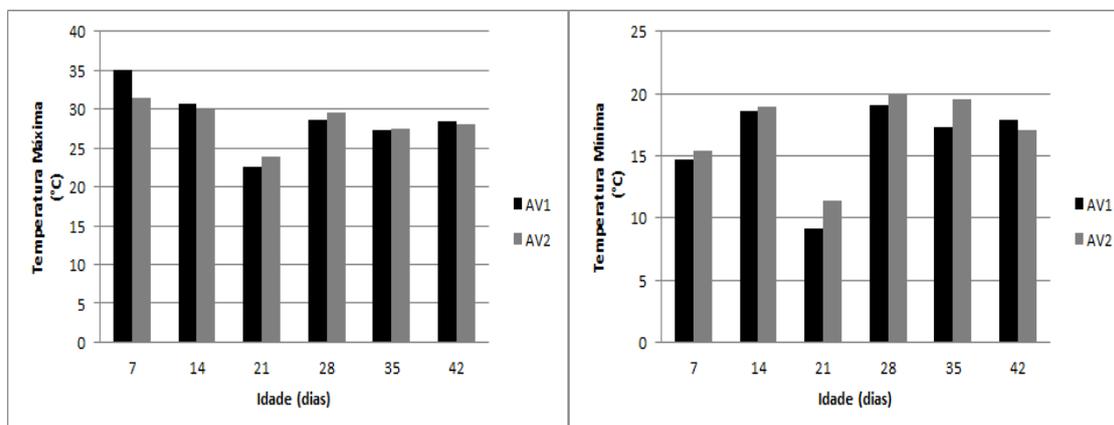


Figura 6: Valores médios de temperatura máxima e mínima do ambiente para cada instalação e idade.

Correlacionando os dados da Figura 5 com a Figura 6, percebe-se que houve influência das condições externas, sobre as condições internas do aviário. Em ambos os casos, tanto para a temperatura máxima, quanto para mínima o aviário 1, no qual foi o que ficou exposto as piores condições durante todo o experimento obteve valores diferentes do aviário 2, para temperatura máxima ele teve valores maiores e para temperaturas mínimas valores menores. Exceto na terceira e quarta semana os valores de temperatura máxima foram maiores para o aviário 2. Fica mais visível quando se olha para a Figura 5A e Figura 5D.

Para os valores de umidade relativa máxima e mínima houve diferença estatística, tendo os maiores valores apenas para o aviário 2 (Figura 7).

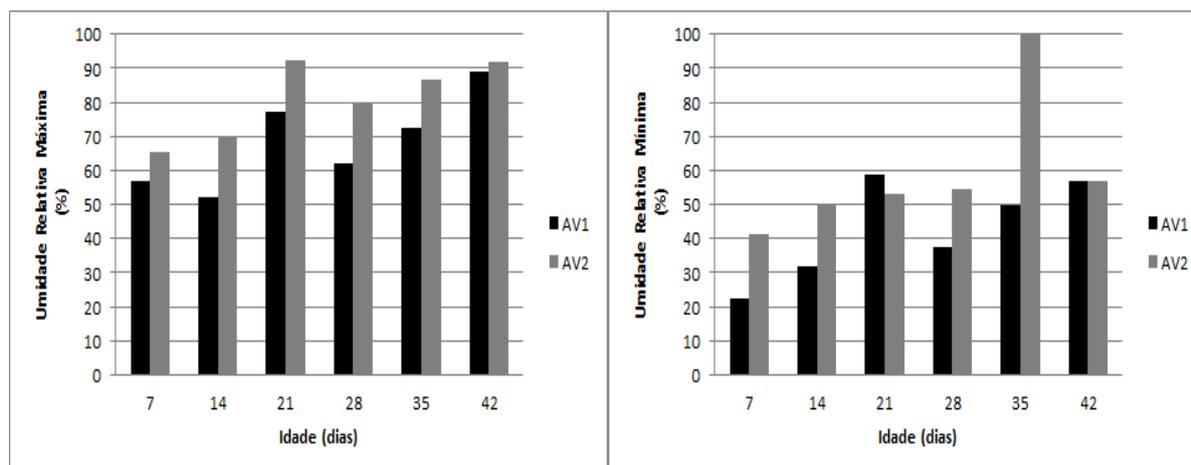


Figura 7: Valores médios de umidade relativa máxima e mínima do ambiente para cada instalação e idade.

Em contrapartida os valores de umidade relativa máxima e umidade relativa mínima foram menores para o aviário 1, apenas sendo maior na terceira semana para umidade relativa mínima, a variação de umidade relativa externa durante todo o ciclo teve grande influência sobre os parâmetros internos avaliados, na Figura 5C mostra a variação durante o ciclo para os horários coletados e percebeu-se que o aviário 1 que foi o que ficou nas piores condições durante todo o período obteve valores inferiores ao aviário 2.

Os efeitos combinados das variáveis ambientais tais como a temperatura, umidade, velocidade do ar, taxa de ventilação e concentração de partículas, gases e microrganismos no ar, determinam a qualidade do ar do ambiente em instalações de aves e sua influência sobre o bem-estar e eficiência produtiva das aves (BANHAZI *et al.*, 2008). De uma maneira geral as temperaturas foram semelhantes entre os dois aviários. A temperatura ambiente dos aviários deve decrescer com a idade das aves, sendo o recomendado de 25, 22, 20 e 18°C para 21, 28, 35 e 42 dias de idade respectivamente (MANUAL COBB, 2014). De acordo com a Figura 8 independente do tipo de instalação, a temperatura do ar permaneceu acima da recomendada para todas as fases de criação, exceto aos 21 dias de idade.

MACARI E GONZALES (1990) e BOTTCHEER E CZARICK (1997) atribuem a alta temperatura ambiental como o fator principal que influencia a produtividade e a mortalidade, especialmente em frangos de corte a partir dos 35 dias de idade. De acordo com CZARICK e LACY (1999) aves expostas a temperaturas ambientais em torno de 33°C e velocidade do

vento de 1,0 m/s, tendem a permanecer em conforto térmico semelhante a aves mantidas em temperatura ambiente de 26,6°C, no entanto, sem ventilação. Possivelmente, a sombra feita no aviário 2 prejudicou os resultados, pois têm-se maior rendimento de carcaça no aviário 2 como é mostrado na Figura 12, viabilidade criatória e menor temperatura da superfície corporal das aves para o aviário 1, mostrado na Figura 11 e Tabela 13, respectivamente. Diferença marcante estão para as umidades relativas, pois sempre foram inferiores para o aviário 1, quando comparadas com o aviário 2.

Houve diferença estatística entre aviário e tempos para temperatura e umidade (Figura 8). Menor temperatura ocorre as 07h00 tanto para o aviário 1, como para o aviário 2, aos 7 e 21 dias de idade. Menor umidade relativa ocorre para o aviário 1 às 07:00, 13:00 e 16:00 aos 7 dias de idade.

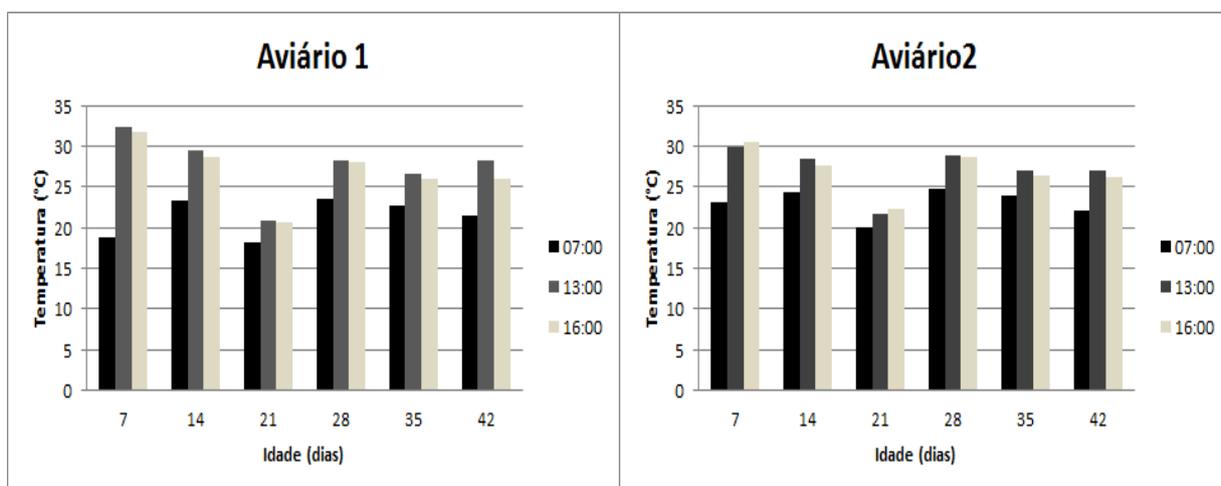


Figura 8: Valores médios de temperatura nas duas instalações para os diferentes horários coletados.

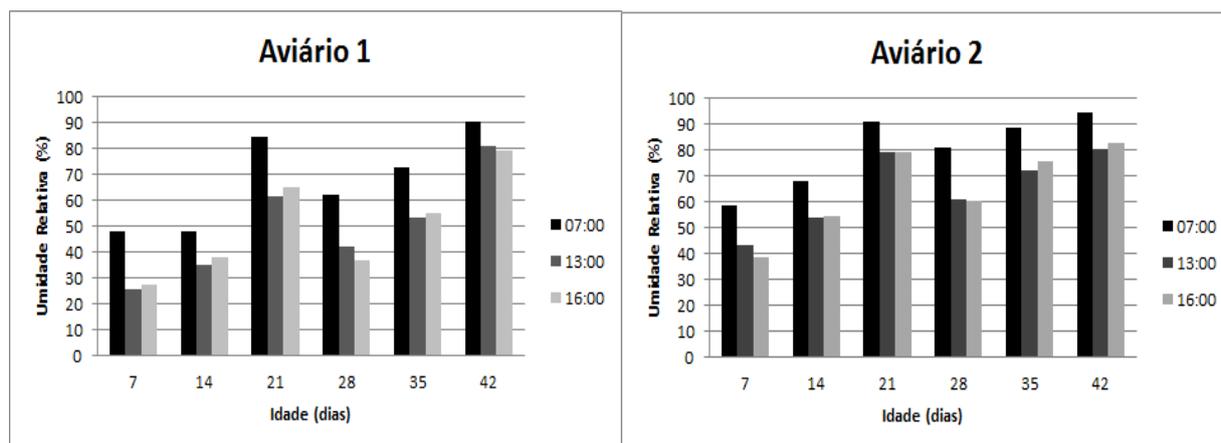


Figura 9: Valores médios de umidade relativa nas duas instalações para os diferentes horários coletados.

De uma maneira geral houve menores temperaturas as 07:00, visto que as instalações atuais possuem dificuldade quanto a manutenção da temperatura nos horários mais quentes do dia e de acordo com a Figura 5 a temperatura externa as 07:00 horas, foi menor em todas as idades, quando comparado com as 13:00 e 16:00 horas.

Com relação a temperatura aos 7, 14, 28, 35 e 42 dias de idade, e para umidade relativa máxima aos 21 e 42 dias de idade ocorrem menores valores as 13h00 e 16:00 como mostra na Figura 5. As 07h00, 13h00 e 17h00, menor temperatura ocorre aos 21 dias de idade, enquanto que para umidade relativa máxima, menor valor ocorre aos 7, 14 e 28 dias de idade.

Menor temperatura da cama ocorre aos 7 dias de idade, independente do tipo de aviário e período de avaliação. A cama encontra-se em equilíbrio quando sua umidade está entre 20 e 25% e com temperatura em torno de 25°C (BERNHART e FASINA 2008; RITZ *et al.*, 2009). Valores maiores favoreceu o crescimento bacteriano no material biológico. O aumento da excreção das aves consequentemente aumenta a umidade da cama (JUNIOR e MACARI, 2000), acarretando em piora de sua qualidade.

Houve efeito de interação entre idades e aviários ($P=0,0093$) para temperatura superficial das aves (TSC). Aos 42 dias de idade a TSC das aves é maior para o aviário 1 ($P<0,05$), quando comparado com o aviário 2. Para o aviário 1 houve efeito ($P<0,05$) das idades para a TSC, com maior temperatura aos 21 dias, não diferindo dos 7 dias de idade. Para o aviário 2 maior TSC ocorre aos 7, 14 e 21 dias de idade ($P<0,05$) (Tabela 3).

Tabela 1: Desdobramento da interação entre idades e aviários para a temperatura superficial das aves (C°).

Idades (dias)/Aviário	1	2	P
7	31,97±0,53ab	32,25±0,37a	0,6081
14	31,04±0,29bc	32,11±0,20a	0,0565
21	33,20±0,39a	32,72±0,52a	0,3828
28	30,87±0,22c	30,63±0,15b	0,6607
35	28,44±0,32d	27,82±0,35c	0,2582
42	28,47±0,15Ad	26,35±0,64Bd	0,0006
P	<,0001	<,0001	

a-d, A-B: letras distintas, minúsculas e maiúsculas, na coluna e na linha, respectivamente diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). P: probabilidade.

LEESSON E SUMMERS (2005) relataram variação quanto a produção de calor de aves expostas de 19 a 27°C. Abaixo do limite inferior crítico, as aves precisam produzir calor para manter a temperatura corporal e acima de 27°C, as aves requerem energia para dissipar o calor.

PURSWELL (2012) relatou que, em frangos pesados (peso corporal > 3,2 kg), quando criados em temperatura superior a 21°C, as aves tem seu desempenho significativamente comprometido e a temperatura corporal aumentou em 1,7°C. Observaram que em frangos de corte machos (peso de 2,8kg) criados em temperatura de 30°C, a temperatura corporal da ave tende a subir.

Em condições de estresse térmico as aves diminuem consumo de ração e seu ritmo de atividade, passando a ficarem paradas por mais tempo, na tentativa de minimizar a produção de calor corporal; trata-se de um mecanismo de defesa das aves uma vez que, ficando paradas,

gastam menos energia (SEVEGNANI *et al.*, 2005; BARBOSA FILHO *et al.*, 2007) e produzem menos calor.

O estresse por calor é um dos principais fatores que prejudicam as características zootécnicas dos frangos de corte (ARAÚJO e CRUZ, 2001; FARIA FILHO, 2003). A ave, a fim de manter sua homeotermia, realiza trocas de calor com o ambiente, através da convecção, condução, radiação e respiração (DOZIER, 2007). A perda de calor para o ambiente está relacionada com a temperatura superficial da ave. Deste modo a análise de mapas de calor pode ser uma metodologia aplicável para estimar a perda de calor da ave e medir as condições da instalação.

Nas figuras 10 e 11 são apresentados os resultados para os dados de desempenho das aves, observou-se que não houve diferença para o peso médio e ganho de peso entre as aves alojadas nos aviários 1 e 2, no entanto, para a viabilidade criatória, houve diferença entre os aviários, com maior viabilidade para o aviário 1 (90,40%), quando comparado com o aviário 2 (86,40%).

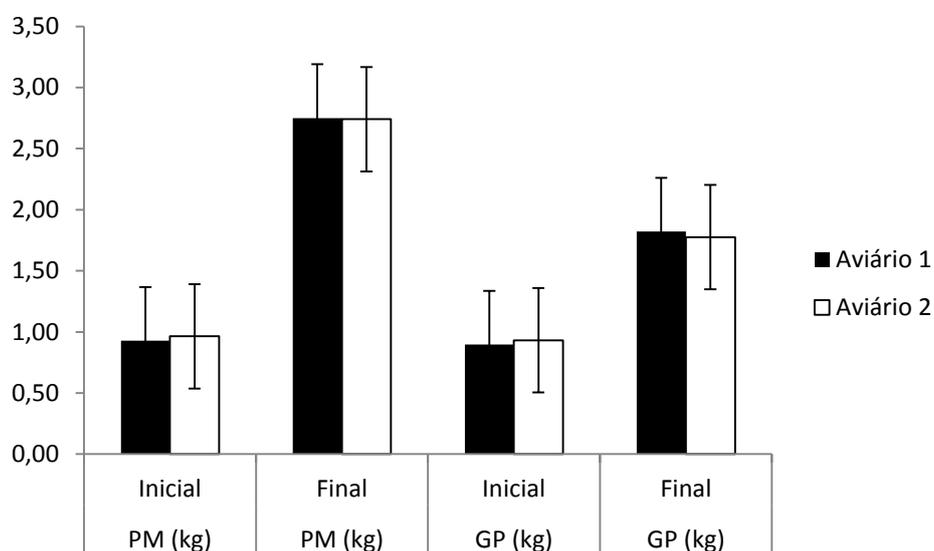


Figura 10: Peso médio e ganho de peso das aves nas fases inicial (1 a 21 dias de idade) e final (22 a 42 dias de idade), de acordo com os aviários.

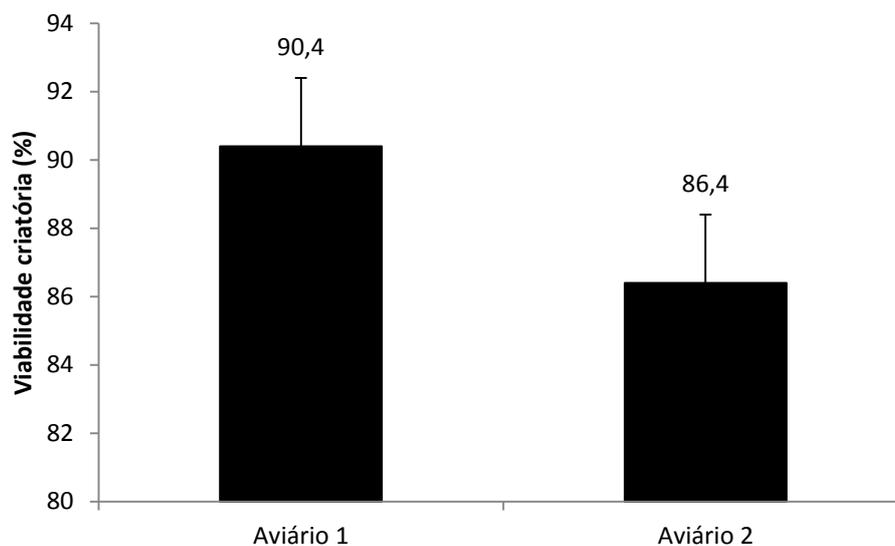


Figura 11: Viabilidade criatória das aves de acordo com os aviários.

Aves alojadas no aviário 2 tem maior rendimento de carcaça fria, quando comparado com o rendimento das aves do aviário 1 (Figura 12).

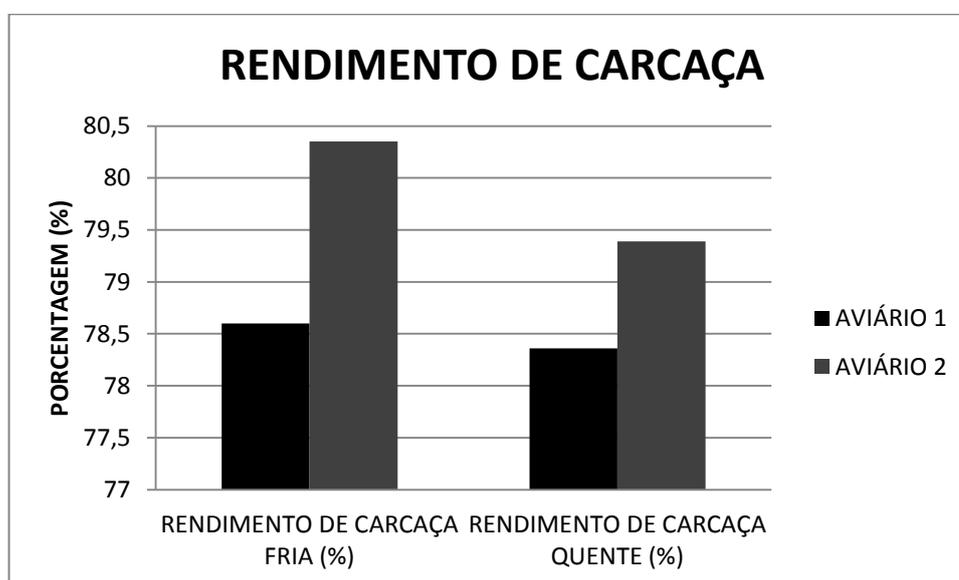


Figura 12: Rendimento de carcaça fria e quente (%) de frangos de corte aos 43 dias de idade.

Devido as condições internas favoráveis para o aviário 1, tanto temperatura como umidade relativa os valores foram inferiores em relação ao aviário 2, mesmo a instalação permanecendo durante todo o período nas piores condições ambientais externas, a quantidade de aves mortas foi inferior ao aviário 2 (Figura 13). Dando início ao experimento com 125 aves cada aviário no final do mesmo tinha , 113 aves para o aviário 1 e 108 aves para o aviário 2, totalizando uma morte de 13 e 17 aves para o aviário 1 e 2, respectivamente.

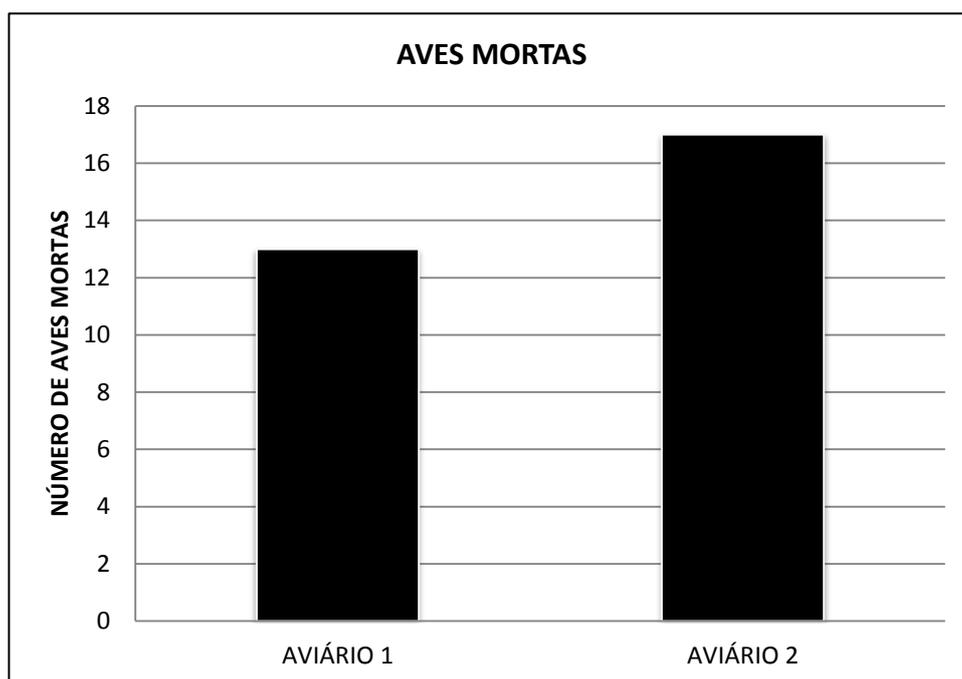


Figura 13: Número de Aves Mortas

A umidade relativa do ar recomendada varia entre 50 a 65% de umidade para a fase de crescimento (21 a 28 dias) e 50 a 70% para a fase final (35 a 42 dias de idade) (MANUAL COBB, 2014). Problemas respiratórios e de metabolismo, como a ascite e a síndrome da morte súbita, ocorrem com maior frequência na última semana de vida das aves (JÚNIOR e MACARI, 2000). O fator preponderante nestes resultados foi a menor umidade relativa do ar do aviário 1.

No entanto, segundo LEESSON e SUMMERS (2005) as condições de alta temperatura e baixa umidade (32°C e 40%) são muito bem toleradas pela ave, enquanto que a alta temperatura e alta umidade (32°C e 90%) são problemáticas.

6 - CONCLUSÃO

O comportamento de temperatura no aviário 1, semelhante ao do aviário 2, mesmo em condições mais severas, ficando exposto ao sol nas horas mais quentes, mostra que o resfriamento da água utilizada no sistema evaporativo produziu resultados positivos em manter as condições ambientais internas.

O maior benefício do resfriamento da água, foi a redução da umidade relativa do aviário 1, criando condições ambientais mais favoráveis, o que levou a uma menor mortalidade e, conseqüentemente, maior viabilidade criatória.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Valéria Maria Nascimento; ABREU, Paulo Giovanni de. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 256, p. 1-14, 2011.

ABU-DIEYEH, Z. H. M. Effect of chronic heat stress and long-term feed restriction on broiler performance. *International Journal of Poultry Science*, v. 5, n. 2, p. 185-190, 2006.

ANGELO, JC de et al. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.

ARAÚJO, Jocélio; DE DE OLIVEIRA, Vladimir; BRAGA, Gilberto Costa. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2007.

BARBOSA FILHO, José AD et al. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando seqüência de imagens. *Engenharia Agrícola*, v. 27, n. 1, p. 93-99, 2007.

BARBOSA, Orlando Rus *et al.* Eficiência de sistemas evaporativos e dos níveis de energia na ração no desempenho de frangos de corte em crescimento. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 33, n. 4, p. 1589-1598, 2012.

BEHURA, N. C. *et al.* Use of Temperature-Humidity Index (THI) in energy modeling for broiler breeder pullets in hot and humid climatic conditions. *Journal of Livestock Science* (ISSN online 2277-6214), v. 7, p. 75-83.

BEKER, A.; TEETER, R. G. Drinking water temperature and potassium chloride supplementation effects on broiler body temperature and performance during heat stress. *The Journal of Applied Poultry Research*, v. 3, n. 1, p. 87-92, 1994.

BOTTCHER, Robert William; CZARICK, Michael. Tunnel ventilation and evaporative cooling for poultry. NC Cooperative Extension Service, 1997.

BUENO, João Paulo Rodrigues *et al.* TEMPERATURA DE CAMA EM FRANGOS DE CORTE CRIADOS EM CONDIÇÕES NATURAIS DE TEMPERATURA E UMIDADE. *Veterinária Notícias*, v. 20, n. 2. SUP, 2015.

Bueno, Leda, and Luiz A. Rossi. "Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade." *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10.2, 2006.

CAMPOS, A. T. *et al.* "Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá, Estado do Paraná." *Acta Scientiarum. Agronomy* 24, 2008.

CAMPOS, Alessandro T. *et al.* Prediction of free-stall occupancy rate in dairycattle barns through fuzzy sets. *Engenharia Agrícola*, v. 33, n. 6, p. 1079-1089, 2013.

CARVALHO, Valcimar F. *et al.* Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo no sudeste brasileiro. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 3, p. 358-366, 2009.

CASTRO, Ariane Cristina. Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de cobertura em instalações avícolas. 2012. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz.

COSTA, Crislaine da. Efeito de distintas entradas de ar em aviários de alta densidade para a produção de frangos de corte. 2011.

CZARICK, M.; LACY, P. M. Importance of air movement vs. bird age. *Technical Bulletin. University of Georgia of Agriculture, Athens, Georgia, USA.* p16, 1999.

DE CARVALHO, Thayla Morandi Ridolfi *et al.* Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 4, p. 351-361, 2011.

DE OLIVEIRA, Maria Cristina; GOULART, Ronaldo Brito; DA SILVA, Jean Carlos Nunes. EFEITO DE DUAS DENSIDADES E DOIS TIPOS DE CAMA SOBRE A UMIDADE DA CAMA E A INCIDÊNCIA DE LESÕES NA CARÇAÇA DEFRANGO DE CORTE. *Ciência Animal Brasileira*, v. 3, n. 2, p. 7-12, 2006.

DOS SANTOS ARAÚJO, Jocélio; DE OLIVEIRA, Vladimir; BRAGA, Gilberto Costa. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. *Ciência Animal Brasileira*, v. 8, n. 1, p. 59-64, 2007.

DOZIER, W. A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. *Poultry Science*, v. 87, n. 2, p. 317-322, 2007.

FABRIZIO, Enrico; GHIGGINI, Andrea; BARIANI, Mauro. Energy Performance and Indoor Environmental Control of Animal Houses: A Modelling Tool. *Energy Procedia*, v. 82, p. 439-444, 2015.

FABRIZIO, Enrico; GHIGGINI, Andrea; BARIANI, Mauro. Energy Performance and Indoor Environmental Control of Animal Houses: A Modelling Tool. *Energy Procedia*, v. 82, p. 439-444, 2015.

FARIA FILHO, Daniel Emygdio de et al. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, n. 1, p. 101-106, 2006.

FARIA FILHO, Daniel Emygdio de. Efeito de dietas com baixo teor protéico, formuladas usando o conceito de proteína ideal, para frangos de corte criados em temperaturas fria, termoneutra e quente. 2003.

FIGUEIRA, Samantha Verdi; ANDRADE, Dr^a Maria Auxiliadora. Bem-estar animal aplicado a frangos de corte. Seminário Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás-UFG. Goiânia, 2013.

FURTADO, Dermeval A. *et al.* Efeitos de diferentes sistemas de acondicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 10, n. 2, p. 484-489, 2006.

GOETTEN, Willian Godoy *et al.* Camas de aviário. Feira de Conhecimento Tecnológico e Científico, Rio do Sul, 2009.

HAQ, AKRAM-UL; BAILEY, CHRISTOPHER A.; CHINNAH, A. Effect of β -carotene, canthaxanthin, lutein, and vitamin E on neonatal immunity of chicks when supplemented in the broiler breeder diets. *Poultry Science*, v. 75, n. 9, p. 1092-1097, 1996.

HARDING, Andrew Chase; NUTTER, Darin W.; LIANG, Yi. Unit Operation Energy Intensities for a Poultry Broiler Processing Plant. *Energy Engineering*, v. 113, n. 1, p. 21-52, 2016.

HARDING, Andrew Chase; NUTTER, Darin W.; LIANG, Yi. Unit Operation Energy Intensities for a Poultry Broiler Processing Plant. *Energy Engineering*, v. 113, n. 1, p. 21-52, 2016.

KAWAZOE, U.; JUNIOR, A. B.; MACARI, M. Coccidiose. BERCHIERI JUNIOR, A.; MACARI, M. Doenças das aves. 1ª edição, Campinas, FACTA, p. 309-405, 2000.

KLIR, John J.; HEATH, James E. An infrared thermographic study of surface temperature in relation to external thermal stress in three species of foxes: the red fox (*Vulpes vulpes*), arctic fox (*Alopex lagopus*), and kit fox (*Vulpes macrotis*). *Physiological zoology*, p. 1011-1021, 1992.

LEESON, S.; SUMMERS, J. D. Feeding programs for broiler chickens. *Commercial poultry nutrition*, p. 281-284, 2005.

MACARI, M.; GONZALES, E. Fisiopatogenia da Síndrome da Morte Súbita em Frangos de Corte (Physiopathogeny of Broiler's Sudden Death Syndrome). In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. 1990. p. 65-73.

MACARI, M.; JÚNIOR, A. B. Doenças das aves. Campinas: Facta, p. 242-243, 2000.

MACHADO, Neiton Silva *et al.* Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. *Nucleus*, v. 9, n. 2, 2012.

MARQUES, Rafael Henrique *et al.* Inclusão o da camomila no desempenho, comportamento e estresse em codornas durante a fase de recria. *Ciência Rural*, v. 40, n. 2, 2009.

MARTINS, Ricardo Sant'Anna *et al.* Efeito da fermentação de cama de aviário na qualidade da cama, na ambiência e no desenvolvimento de pododermatites em frangos de corte. 2013.

MATUCHAKI, Karl-Heinz *et al.* Material for use in composite sliding surface bearings and process of manufacturing the material. U.S. Patent n. 5,024,882, 18 jun. 1991.

Menegali, Irene, *et al.* "Comportamento de variáveis climáticas em sistemas de ventilação mínima para produção de pintos de corte." *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (Online)* 17, 2013.

Miragliotta, MIWA YAMAMOTO. "Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados." *Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas*, 2005.

MOHLER, FORREST S.; HEATH, JAMES E. Comparison of IR thermography and thermocouple measurement of heat loss from chickens pinna. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 254, n. 2, p. R389-R395, 1988.

MOREIRA, Joerley *et al.* Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, p. 1663-1673, 2003.

NÄÄS, I. A.; MOURA, D. J.; LANGANÁ, C. A. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: *CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS*. 1995. p. 203-204.

NASCIMENTO, Guilherme R. Do *et al.* Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, p. 658-663, 2014.

NASCIMENTO, Sheila Tavares. Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais. 2010. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz.

NEVES, D. P.; BANHAZI, T. M.; NÄÄS, I. A. Feeding behaviour of broiler chickens: a review on the biomechanical characteristics. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v. 16, n. 2, p. 01-16, 2014.

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.

PAULA, Marcos Oliveira de *et al.* Isolamento térmico de aviários e seus efeitos na qualidade do ar interior, consumo de energia e desempenho produtivo de frangos de corte. 2009.

PHILLIPS, Polly K.; HEATH, James Edward. Heat exchange by the pinna of the African elephant (*Loxodonta africana*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, v. 101, n. 4, p. 693-699, 1992.

PHILLIPS, Polly K.; SANBORN, Allen F. An infrared, thermographic study of surface temperature in three ratites: ostrich, emu and double-wattled cassowary. *Journal of Thermal Biology*, v. 19, n. 6, p. 423-430, 1994.

PURSWELL, Joseph L. *et al.* Effect of temperature-humidity index on live performance in broiler chickens grown from 49 to 63 days of age. In: 2012 IX International Livestock Environment Symposium (ILES IX). American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2012. p. 3.

REFATTI, Rosana *et al.*

TIPOS DE CAMA E PESOS INICIAIS AO ALOJAMENTO SOBRE OS PARÂMETROS DE UMIDADE DA CAMA E DE INCIDÊNCIAS DE LESÕES EM FRANGOS DE CORTE. Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária-Ciências Agrárias, Animais e Florestais, 2009.

RITZ, Thorsten *et al.* Magnetic compass of birds is based on a molecule with optimal directional sensitivity. *Biophysical journal*, v. 96, n. 8, p. 3451-3457, 2009.

ROSTAGNO, Horacio Santiago *et al.* Composição de alimentos e exigências nutricionais. *Tabelas brasileiras para aves e suínos*, v. 2, 2005.

SEVEGNANI, Kelly 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.

SEVEGNANI, Kelly 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, Mariano Pereira *et al.* Zoneamento bioclimático para produção avícola no território brasileiro. 2006.

SILVA, Roberto Gomes. Um Modelo para a Determinação do Equilíbrio Térmico de Bovinos em Ambientes Tropicais¹. *Rev. bras. zootec*, v. 29, n. 4, p. 1244-1252, 2000.

TINÔCO, Ilda de FF *et al.* Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 2002.

YAHAV, S. et al. Thermoregulation in naked neck chickens subjected to different ambient temperatures. *British Poultry Science*, v. 39, n. 1, p. 133-138, 1998.

YAHAV, S. *et al.* Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science*, v. 83, n. 2, p. 253-258, 2004.