

RENATA GALVAN RUTZ DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM DOIS AVIÁRIOS DE
FRANGO DE CORTE DARK HOUSE COM DIFERENTES TIPOS DE
COBERTURA.**

CASCADEL
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2020

RENATA GALVAN RUTZ DA SILVA

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM DOIS AVIÁRIOS DE
FRANGO DE CORTE DARK HOUSE COM DIFERENTES TIPOS DE
COBERTURA.**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre.

ORIENTADOR: Dr. Jair Antônio Cruz Siqueira.

COORIENTADORES: Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza e Dra. Luciene Kazue Tokura.

CASCABEL

PARANÁ – BRASIL

FEVEREIRO - 2020

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Silva, Renata Galvan Rutz da
Avaliação do desempenho térmico : em dois aviários de frango de corte dark house com diferentes tipos de cobertura / Renata Galvan Rutz da Silva; orientador(a), Jair Antonio Cruz Siqueira; coorientador(a), Samuel Nelson Melegari de Souza, coorientador(a)II, Luciene Kazue Tokura, 2020.
113 f.

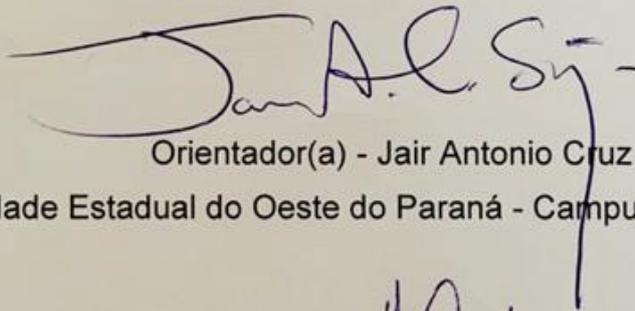
Dissertação (mestrado profissional), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2020.

1. Avilcutura. 2. Conforto térmico. 3. Coberturas. I. Siqueira, Jair Antonio Cruz. II. Souza, Samuel Nelson Melegari de. III. Tokura, Luciene Kazue . IV. Título.

RENATA GALVAN RUTZ DA SILVA

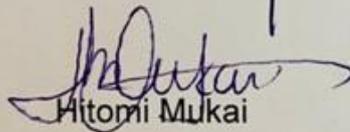
Avaliação do desempenho térmico em dois aviários de frango de corte Dark House com diferentes tipos de cobertura

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Fontes Renováveis e Racionalização de Energia Na Agroindústria e Agricultura, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



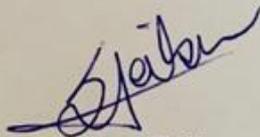
Orientador(a) - Jair Antonio Cruz Siqueira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



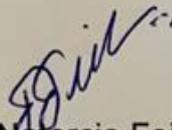
Hitomi Mukai

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Silmara Dias Feiber

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo (UTFPR)



Fulvio Natercio Feiber

Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Toledo (UTFPR)

Cascavel, 28 de fevereiro de 2020

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida.

Aos meus pais, por todo amor, carinho e incentivo em meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus orientadores Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira, Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza e Dra. Luciene Kazue Tokura pela atenção, dedicação e conhecimento compartilhado.

Aos meus amigos do mestrado, Adrielle Ozanski, Mauricio Ivan Cruz e Thaís Caroline Gazola, pela parceria e auxílio na coleta de dados da pesquisa.

Ao meu colega Willian Silva Melo, além de seu colaborador Mauricio, que oportunizou a realização desse projeto na propriedade de sua família.

Aos docentes e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em especial a Vanderléia L. S. Schmidt, por todo amparo e comprometimento.

LISTA DE SÍMBOLOS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
BEN	Balanço Energético Nacional
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
FAWC	<i>Farm Animal Welfare Council</i>
FUER	Fundo de Eletrificação Rural
GEER	Grupo Executivo de Eletrificação Rural
MAPA	Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PLC	Programa Luz no Campo
REBEM	Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico
RIISPOA	Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Produção mundial de carne de frango.	5
Figura 2: Aviário convencional com uso de cortina em rafia amarela e ventiladores.	12
Figura 3: Aviário <i>blue house</i>	13
Figura 4: Aviário <i>dark house</i>	15
Figura 5: Painel controlador de ambiente, SMAAI 5.....	18
Figura 6: Painel evaporativo sistema <i>pad cooling</i>	19
Figura 7: Croqui ventilação por pressão negativa tipo túnel.....	20
Figura 8: Sistema fechado tipo nipple.	23
Figura 9: Comedouro tipo prato.....	24
Figura 10: Localização dos aviários AV1 e AV2.....	25
Figura 11: Aviário AV1 e AV2.....	26
Figura 12: Fachada frontal do aviário AV1	26
Figura 13: Fachada frontal do aviário AV2.	27
Figura 14: Sala de controle (1) e porta de acesso ao pad cooling do aviário AV1 (2). Ambiente do sistema de aquecimento do aviário AV2 (3).	27
Figura 15: Beiral com estrutura em madeira (1) e cortina preta-prata do aviário AV1 (2). Beiral com estrutura metálica e forração em lona preta (3) e cortina preta-prata do aviário AV2 (3).....	28
Figura 16: Corte esquemático sistema de cobertura aviário AV1.....	28
Figura 17: Corte esquemático sistema de cobertura aviário AV2.....	28
Figura 18: Telha cerâmica de barro do aviário AV1 (1). Telha de aluzinco trapezoidal TRP35 do aviário AV2 (2).....	29
Figura 19: Planta de cobertura do aviário AV1.....	29
Figura 20: Planta de cobertura do aviário AV2.....	30
Figura 21: Indicação do aviário AV1 e aviário AV2.	31
Figura 22: Sistema de controle do aviário AV1 – FanControl CC2-C.....	32
Figura 23: Sistema de aquecimento do aviário AV1 – forno a lenha.....	32
Figura 24: Planta baixa com a localização do sistema de resfriamento pad cooling.	33

Figura 25: Sistema de resfriamento pad cooling – painéis evaporativos de celulose (1). Rede hidráulica do sistema pad cooling (2) e acesso à manutenção do sistema (3).	33
Figura 26: Planta baixa com a localização do sistema de ventilação - exaustores. ..	34
Figura 27: Sistema de ventilação – exaustores do aviário AV1.....	34
Figura 28: Sistema de iluminação – dimmer Inobram I-8000.	35
Figura 29: Sistema de nutrição – comedouros Plasson.	35
Figura 30: Sistema de nutrição – silos Plasson.....	36
Figura 31: Sistema de abastecimento de água – reservatório com capacidade de 20.000 litros.....	36
Figura 32: Sistema de abastecimento de água – reservatório com capacidade de 1.000 litros.....	37
Figura 33: Sistema de gerador – BR Geradores Olympian GEP-15- 1006TAG dos aviários AV1 e AV2.	37
Figura 34: Sistema de controle – painel Plasson AC-2000 PRO.....	38
Figura 35: Planta baixa com a localização do sistema de resfriamento pad cooling. 38	
Figura 36: Duto de ar refrigerado (1) e painéis evaporativos de celulose, pad cooling (2). Acesso à manutenção do sistema pad cooling (3) e sistema de distribuição de água para os painéis evaporativos (4).	39
Figura 37: Planta baixa com a localização do sistema de ventilação - exaustores. ..	39
Figura 38: Sistema de ventilação – exaustores do aviário AV2.....	40
Figura 39: Sistema de iluminação – dimmer Rotem RLD-14.	40
Figura 40: Sistema de nutrição – comedouros e bebedouros Plasson.	41
Figura 41: Sistema de abastecimento de água – reservatório com capacidade de 1.000 litros.....	41
Figura 42: Fase inicial – 3º dia de idade da ave.....	43
Figura 43: Fase crescimento – 17º dia de idade da ave.....	43
Figura 44: Fase acabamento – 34º dia de idade da ave.	43
Figura 45: Cobertura do aviário AV1 após temporal.	44
Figura 46: Termo-higrômetro THDL – 400 Environment Meter.	45
Figura 47: Croqui de localização dos pontos (P1 a P8) de coleta dos aviários AV1 e AV2.	46

Figura 48: Croqui de localização dos pontos (P9 a P16) de coleta dos aviários AV1 e AV2.	46
Figura 49: Termovisor Irisys IRI 4030 (1) Vista frontal (2) Vista posterior.	47
Figura 50: Termografia obtida no aviário AV1 para a primeira semana de coleta no período da manhã.	52
Figura 51: Termografia obtida no aviário AV2 para a primeira semana de coleta no período da manhã.	52
Figura 52: Termografia obtida no aviário AV1 para a terceira semana de coleta no período da manhã.	54
Figura 53: Termografia obtida no aviário AV2 para a terceira semana de coleta no período da manhã.	54
Figura 54: Termografia obtida no aviário AV1 para a sexta semana de coleta no período da manhã.	56
Figura 55: Termografia obtida no aviário AV2 para a sexta semana de coleta no período da manhã.	56
Figura 56: Termografia obtida no aviário AV1 para a primeira semana de coleta no período da tarde.	59
Figura 57: Termografia obtida no aviário AV2 para a primeira semana de coleta no período da tarde.	59
Figura 58: Termografia obtida no aviário AV1 para a terceira semana de coleta no período da tarde.	61
Figura 59: Termografia obtida no aviário AV2 para a terceira semana de coleta no período da tarde.	61
Figura 60: Termografia obtida no aviário AV1 para a terceira semana de coleta no período da tarde.	63
Figura 61: Termografia obtida no aviário AV2 para a terceira semana de coleta no período da tarde.	63

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Limites de temperatura do ambiente considerados confortáveis para as aves conforme sua faixa etária	8
Tabela 2: Resumo das características construtivas e técnica dos aviários AV1 e AV2	30
Tabela 3: Resumo das características técnicas dos aviários AV1 e AV2	42
Tabela 4: Datas e idade das aves durante a coleta de dados nos aviários AV1 e AV2	42
Tabela 5: Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da manhã	49
Tabela 6: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na primeira semana de alojamento no período da manhã.	50
Tabela 7: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na terceira semana de alojamento no período da manhã..	53
Tabela 8: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na sexta semana de alojamento no período da manhã	55
Tabela 9: Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde	57
Tabela 10: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na primeira semana de alojamento no período da tarde....	58
Tabela 11: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na terceira semana de alojamento no período da tarde.....	60
Tabela 12: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na sexta semana de alojamento no período da tarde	62
Tabela 13: Temperatura ideal conforme faixa etária da ave e temperatura interna nos aviários no período da manhã	63
Tabela 14: Temperatura ideal conforme faixa etária da ave e temperatura interna nos aviários no período da tarde.....	64

SILVA, Renata Galvan Rutz. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM DOIS AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE DARK HOUSE COM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA.** Orientador: Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira. Coorientadores: Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza e Dra. Luciene Kazue Tokura.

RESUMO

Diante da importância mundial da avicultura de corte, o modo e as condições em que as aves são desenvolvidas, principalmente quanto à ambiência, é de interesse de produtores, pesquisadores, consumidores e demais pessoas relacionadas ao setor. Deste modo, o referido trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho térmico, por meio dos parâmetros de conforto, de dois aviários de frango de corte, modelo *dark house*, denominados AV1 e AV2, com diferentes tipos de coberturas e localizados no município de Ubitatã, na região Oeste do Estado do Paraná, Brasil. O aviário AV1 é caracterizado por um dimensionamento de 15x150 metros, cobertura com telha cerâmica de barro e forração em lona preta e abriga cerca de 31.500 aves, já o aviário AV2 é caracterizado por um dimensionamento de 16x150 metros, cobertura com telha de aluzinco trapezoidal e forração em lona preta e aloja aproximadamente 34.000 aves. A pesquisa acompanhou um ciclo completo de um alojamento em três fases de desenvolvimento das aves, sendo elas a inicial, a de crescimento e de acabamento. O sistema de aquisição de dados em cada data de coleta ocorreu em dois períodos distintos, manhã e tarde, e para o levantamento da temperatura e umidade relativa do ar, interno e externo, foi utilizado um termo-higrômetro, THDL – 400 *Environment Meter*, da marca Instrutherm, e para o registro das termografias foi operado uma câmera termovisor a fim de identificar a temperatura superficial das aves. Após a organização das informações obtidas, foram elaboradas as análises comparativas por meio do Teste Tukey, ao nível de 5%, com a finalidade de identificar se há diferença significativa entre os tratamentos, sendo eles a cobertura do aviário AV1 e cobertura do aviário AV2. Durante as semanas de coleta, a menor temperatura interna registrada foi de 30,92 °C, na sexta semana no período da manhã, no aviário AV1. Enquanto a maior temperatura interna foi de 36,71 °C, também na sexta semana no período da manhã, porém, no aviário AV2. Quanto à umidade relativa interna, o menor e maior valor encontrado foi de 23,53% e 70,06% referente a sexta semana de coleta no período da manhã e tarde, respectivamente, no aviário AV1. Com relação à temperatura superficial, o menor resultado foi de 37,78 °C, na sexta semana no período da manhã, e o maior de 45,23 °C, na primeira semana no período da tarde, ambos no aviário AV2. Por fim, pode-se concluir que o aviário com cobertura de telha cerâmica de barro apresentou condições de conforto térmico mais próximo dos valores tidos como ideais pela literatura.

PALAVRAS-CHAVE: avicultura, conforto térmico, tipos de cobertura em aviários *dark house*.

Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

SILVA, Renata Galvan Rutz. **EVALUATION OF THERMAL PERFORMANCE IN TWO DARK HOUSE CHICKEN HARVESTERS WITH DIFFERENT TYPES OF COVERAGE.** Advisor: Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira. Coadviser: Dr. Samuel Nelson Melegari de Souza and Dra. Luciene Kazue Tokura.

ABSTRACT

In view of the worldwide importance of broiler poultry, the manner and conditions in which the birds are developed, especially regarding the environment, is of interest to producers, researchers, consumers and other people related to the sector. Thus, the aforementioned work aims to evaluate the thermal performance, through the comfort parameters, of two broiler chicken houses, dark house model, called AV1 and AV2, with different types of coverings and located in the city of Ubitatã, in the western region of the State of Paraná, Brazil. The AV1 aviary is characterized by a dimension of 15x150 meters, coverage with ceramic clay tile and black canvas lining and houses about 31.500 birds, while the AV2 aviary is characterized by a dimensioning of 16x150 meters, cover with trapezoidal aluzinc tile and black canvas lining and houses approximately 34.000 birds. The research followed a complete cycle of housing in three stages of development of the birds, which are the initial, the growth and finishing. The data acquisition system on each collection date occurred in two different periods, morning and afternoon, and for the survey of temperature and relative humidity, indoor and outdoor, a thermo-hygrometer, THDL - 400 Environment Meter, was used Instrutherm brand, and a thermographic camera was used to record the thermographs in order to identify the birds' surface temperature. After organizing the information obtained, comparative analyzes were carried out using the Tukey Test, at the level of 5%, in order to identify whether there is a significant difference between the treatments, namely the av1 aviary coverage and the av2 aviary coverage. During the collection weeks, the lowest internal temperature recorded was 30.92 °C, in the sixth week in the morning, in the aviary AV1. While the highest internal temperature was 36.71 °C, also in the sixth week in the morning, however, in the AV2 aviary. As for the internal relative humidity, the lowest and highest value found was 23.53% and 70.06% for the sixth week of collection in the morning and afternoon, respectively, in the AV1 aviary. Regarding the surface temperature or lowest result was 37.78 °C, in the sixth week in the morning, and a maximum of 45.23 °C, in the first week in the afternoon, both in the AV2 aviary. Finally, it can be concluded that the aviary with a ceramic clay tile coverage presented thermal comfort conditions closer to the values considered ideal by the literature.

KEYWORDS: poultry, thermal comfort, types of coverage in dark house poultry.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
LISTA DE SÍMBOLOS	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS.....	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo geral.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	4
3.1. Consumo de energia elétrica em aviários de frango de corte.....	4
3.2. Avicultura de corte no Brasil e no mundo	4
3.3. Ambiência e bem-estar animal	6
3.4. Aspectos fisiológicos das aves.....	8
3.5. Princípios básicos do ambiente para produção de frango de corte	10
3.6. Instalações avícolas de frango de corte no Brasil	11
3.6.1. Instalações convencionais de frango de corte.....	12
3.6.2. Instalações semiclimatizadas de frango de corte	12
3.6.3. Instalações climatizadas de frango de corte	13
3.6.4. Instalações <i>blue house</i> e <i>green house</i> de frango de corte.....	13
3.6.5. Instalações <i>dark house</i> de frango de corte	14
3.7. Sistemas construtivos e operacionais dos aviários de frango de corte.....	15
3.7.1. Sistema de cobertura dos aviários de frango de corte.....	16
3.7.2. Sistema de fechamento dos aviários de frango de corte	17
3.7.3. Sistema de controle dos aviários de frango de corte	17
3.7.4. Sistema de resfriamento dos aviários de frango de corte.....	18

3.7.5.	Sistema de ventilação dos aviários de frango de corte	19
3.7.6.	Sistema de aquecimento dos aviários de frango de corte	21
3.7.7.	Sistema de iluminação dos aviários de frango de corte.....	22
3.7.8.	Sistema de nutrição dos aviários de frango de corte	23
4.	MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1.	Caracterização da área experimental	25
4.2.	Caracterização construtiva dos aviários.....	26
4.3.	Caracterização técnica dos aviários	31
4.3.1.	Aviário AV1	32
4.3.2.	Aviário AV2	37
4.4.	Coleta de dados	42
4.5.	Sistema de aquisição de dados de temperatura e umidade relativa interna e externa nos aviários.....	45
4.6.	Sistema de aquisição de dados de temperatura superficial das aves.....	46
4.7.	Análise dos dados	47
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
5.1.	Avaliação dos parâmetros de conforto térmico e temperatura superficial das aves nos aviários AV1 e AV2.....	49
5.1.1.	Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da manhã	49
5.1.2.	Temperatura e umidade relativa interna e temperatura superficial das aves nos aviários AV1 e AV2 no período da manhã	50
5.1.3.	Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde	57
5.1.4.	Temperatura e umidade relativa interna e temperatura superficial das aves nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde	57
6.	CONCLUSÕES.....	66
	REFERÊNCIAS	67
	ANEXOS	78

Anexo A: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura interna nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	78
Anexo B: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa interna nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	79
Anexo C: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura interna nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.	80
Anexo D: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa interna nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.	81
Anexo E: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura externa nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	82
Anexo F: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa externa nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	83
Anexo G: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura externa nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.	84
Anexo H: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa externa nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.	85
Anexo I: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na primeira semana de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	86
Anexo J: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na terceira semana de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	88
Anexo K: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na sexta semana de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.	90
Anexo L: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na primeira semana de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.	92
Anexo M: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na terceira semana de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.	94

Anexo N: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na sexta semana de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.
..... 96

1. INTRODUÇÃO

Grandes avanços e investimentos vêm sendo continuamente realizados na área da avicultura brasileira e o resultado disso é a presença da carne de frango no mercado internacional, posicionando o Brasil como maior exportador mundial desde 2004 (APBA, 2018).

Diante da importância da atividade na economia, e também por ser grande fornecedora de proteína animal para a alimentação humana, o modo e as condições em que as aves costumam ser criadas são do interesse de produtores, pesquisadores, consumidores e demais pessoas relacionadas ao setor, visto que a qualidade da avicultura brasileira é consequência de um trabalho intenso realizado por diversos profissionais (COELHO, 2018).

Os sistemas atuais de produção avícola têm como objetivo a máxima produtividade e excelência no produto final em espaço físico e tempo relativamente reduzido. Logo, o ambiente em que as aves são desenvolvidas desempenha papel fundamental para uma boa produção (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Deste modo, uma série de cuidados particulares devem ser analisados conforme a realidade de cada região, em especial quanto às características climáticas e à busca de uma sustentabilidade social, ambiental e econômica (COELHO, 2018).

A predominância de tipologias construtivas específicas, bem como sistemas de manejo diferenciado e, muitas vezes, variáveis em função dos custos de produção de cada elemento envolvido no conjunto da atividade, faz com que a ambiência das instalações ainda seja um desafio para os sistemas de produção avícola praticados no país (COELHO, 2018), principalmente quanto ao equilíbrio das questões térmicas nos aviários de frango de corte (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

Os fatores térmicos são os que comprometem a manutenção da homeotermia, sendo a função vital mais importante das aves (TINÔCO, 2001). Portanto, manter o conforto térmico no interior das instalações avícolas é extremamente necessário para um bom desempenho e deve ser considerado desde o início da produção. O conforto térmico pode ser alcançado mediante o acondicionamento térmico artificial por meio de tratamentos do ar, como ventilação, aquecimento, resfriamento, etc., e por meio de acondicionamento térmico natural, com a escolha e utilização de técnicas, materiais

de construção, volumetria e orientação de acordo com as condições climáticas do local (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Dentre os materiais de construção utilizados nas instalações animais, merecem destaque os das coberturas. Devido à abrangência de incidência solar, o telhado é um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, influenciando diretamente o balanço térmico no interior das instalações (SANTOS *et al.*, 2002).

Diante do exposto, é sabido que um ambiente térmico adequado é fundamental para o bem-estar das aves, para uma produção eficiente, bem como para a saúde e segurança dos trabalhadores dentro dos aviários (SALES *et al.*, 2011). Desta forma, o referido estudo analisou os parâmetros de conforto térmico em dois aviários de frango de corte, modelo *dark house*, com diferentes tipos de cobertura, a fim de determinar qual edificação apresentou as condições mais próximas das tidas como ideais pela literatura.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

A pesquisa tem como objetivo geral avaliar os aspectos de conforto térmico de dois aviários de frango de corte, modelo *dark house*, um com cobertura de telha cerâmica de barro com forração em lona preta e o outro com cobertura de telha aluzinco trapezoidal com forração em lona preta, no município de Ubitatã, região Oeste do Estado do Paraná.

2.2. Objetivos específicos

a) Promover parâmetros de conforto térmico para os sistemas de criação de aves e colaborar com produtores, gerenciadores de projetos avícolas e demais profissionais do setor;

b) Avaliar a temperatura e umidade relativa, interna e externa, e a temperatura superficial das aves durante três fases do ciclo de alojamento;

c) Avaliar a temperatura e umidade relativa, interna e externa, e a temperatura superficial das aves em dois períodos distintos, manhã e tarde;

d) Analisar a eficiência das instalações avícolas em manter um ambiente adequado para o desenvolvimento das aves;

e) Determinar entre os aviários analisados qual atende aos critérios de conforto térmico ambiental e de acordo com o recomendado pela literatura;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Consumo de energia elétrica em aviários de frango de corte

Conforme Nascimento (2011), as instalações avícolas implantadas no Brasil demonstram grande influência da indústria de equipamentos existentes em países de clima temperado, como Europa e Estados Unidos. O autor ainda descreve que a falta de planejamento na fase da concepção dos aviários resulta em edificações com desconforto térmico e um alto consumo de energia elétrica.

De acordo com Ferreira (2017), as instalações avícolas e seus equipamentos desempenham papel significativo na obtenção de elevados níveis de produtividade e sanidade animal. A autora destaca que a eficiência dos sistemas é alcançada com o monitoramento automático das variáveis que influenciam no desenvolvimento das aves, como a temperatura, umidade relativa do ar e o tempo de exposição à luminosidade, e que o controle desses dispositivos está relacionado diretamente com o consumo energia elétrica da edificação.

Bueno e Rossi (2006) apontam que, para alcançar os níveis de conforto térmico no interior das instalações, a climatização se torna uma estratégia extremamente importante para que se tenha uma independência do clima externo. No entanto, uma das consequências em função da utilização desse sistema é o consumo de energia elétrica, visto que os equipamentos de climatização como ventiladores, exaustores e nebulizadores, quando estão em funcionamento, aumentam consideravelmente os custos de produção. Nascimento (2011) complementa que, além do sistema de climatização, as instalações avícolas também são equipadas com comedouros e bebedouros automáticos e iluminação dimerizada. Por fim, para o autor, o consumo de energia elétrica nos aviários de frango de corte varia conforme o grau de automação dos sistemas de controle e manejo.

3.2. Avicultura de corte no Brasil e no mundo

A evolução da atividade avícola reflete a importância econômica da produção de aves mundialmente. Os cuidados e os avanços nas áreas da nutrição, genética, manejo e sanidade animal com a preocupação de proporcionar um ambiente

adequado à ave, de acordo com sua faixa de conforto térmico, permitiram que a avicultura brasileira se consolidasse como uma das principais atividades produtivas do Brasil, estando entre os setores agropecuários que mais cresce no país (COELHO, 2018).

Para o relatório da Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA, de 2019, a produção mundial de carne de frango em 2018 foi de 95.000 milhões de toneladas. O Brasil foi eleito o segundo maior produtor, com 12.855 milhões de toneladas, seguido da União Europeia com 12.200 milhões de toneladas, e o destaque da produção foi dos Estados Unidos da América com 19.361 milhões de toneladas (Figura 1). Segundo a *United States Department of Agriculture*, USDA, para o ano de 2019, estas posições devem ser mantidas.



Figura 1: Produção mundial de carne de frango.
Fonte: ABPA / USDA, 2019.

Ainda conforme a ABPA (2019), 68,1% da produção de carne de frango brasileira no último ano foram destinadas para o mercado interno e 31,9% para exportação, tendo como maior importador o Japão, seguido do México e União Europeia. Além do alto desempenho na produção, o Brasil é também o maior exportador de carne de frango com 4.101 milhões de toneladas. Do total dessa exportação e produção, o Paraná foi o estado de maior contribuição sendo responsável por 37,51% e 35,47%, respectivamente.

Diante deste cenário e da importância mundial da avicultura, o modo e as condições em que as aves são desenvolvidas, principalmente quanto à ambiência, é de interesse de produtores, pesquisadores, consumidores e demais pessoas relacionadas ao setor, visto que essas práticas estão associadas à qualidade do

produto, minimização das perdas em decorrência do manejo desapropriado, maior produtividade e conseqüentemente aumento dos lucros (COELHO, 2018; LUDTKE *et al.*, 2010).

3.3. **Ambiência e bem-estar animal**

A preocupação com o bem-estar animal no manejo pré-abate teve seu início na Europa, no século XVI, e a primeira normativa, relacionada ao assunto, foi instituída na Grã-Bretanha em 1822. Já no Brasil, o Decreto nº 24.645 de 1934 foi a primeira legislação referente à obrigatoriedade de atenção ao bem-estar animal. Ao longo dos anos, novas leis surgiram a fim de assegurar o cumprimento dessas boas práticas como o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária dos Produtos de Origem Animal, RIISPOA, conforme o Decreto nº 30.691 de 1952 e a Portaria nº 20 de 1998, a qual promove o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves (LUDTKE, *et al.*, 2010).

Ludtke *et al.* (2010) relatam que as mais recentes legislações brasileiras sobre o bem-estar animal são: a Instrução Normativa nº 3 de janeiro de 2000, que diz respeito ao Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue, e a Normativa nº 56 de março de 2008, firmada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA, que estabelece as Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de Produção e de Interesse Econômico, REBEM, contemplando os sistemas de produção e transporte.

De acordo com a ABPA (2016), os primeiros estudos sobre bem-estar animal iniciaram no Reino Unido em 1965 por um grupo formado de profissionais e pesquisadores, relacionados à área da agricultura e pecuária, denominado de Comitê Brambell. Com o objetivo de avaliar o bem-estar animal, o conselho desenvolveu o conceito das “Cinco Liberdades” que foram aprimoradas pelo *Farm Animal Welfare Council*, FAWC, e têm sido adotadas mundialmente.

Os princípios das “Cinco Liberdades” definem que os animais necessitam estar: livres de medo e angústia, dor, sofrimento e doenças, fome e sede, desconforto e livres para expressar seu comportamento normal (ABPA, 2016).

Classificados como animais homeotérmicos, as aves possuem a capacidade de regular a temperatura corporal. Deste modo, realizam uma troca térmica contínua

com o ambiente. No entanto, essa troca só é eficiente se o ambiente estiver dentro dos parâmetros de neutralidade térmica (SOUZA, 2005).

Cerca de 80% da energia consumida pela ave é utilizada para a função vital mais importante: a manutenção da homeotermia, e os fatores térmicos, representados por temperatura do ar, umidade, radiação térmica e movimentação do ar são aqueles que mais comprometem essa manutenção fisiológica. Desta forma, é importante que os aviários tenham temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto térmico ambiental (ABREU; ABREU, 2011; TINÔCO, 2001).

Neufert (2014) relata que o conforto térmico só é atingido quando a produção de calor está em equilíbrio, ou seja, o corpo deve ter um trabalho mínimo para se termo regular. O autor ainda expõe que essa condição também é obtida quando se apresenta harmonia entre a perda de calor do ambiente e a perda de calor corporal.

As aves necessitam de condições precisas de ambiente, tais como: temperatura, umidade, pressão, luminosidade, nível sonoro, presença de oxigênio, anidrido carbônico e nitrogênio. Esses parâmetros dependem de diversas condições, tais como a aclimação da ave, idade e sexo, mas, para que não ocorram prejuízos no seu desempenho, sempre é possível estabelecer limites ótimos dentro dos quais a espécie se desenvolve em sua totalidade (TINÔCO, 2001).

A autora acrescenta que, de uma maneira geral, um ambiente é tido como confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 15-18°C a 22-25°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Para pintainhos de um dia, a zona de termoneutralidade pode ser definida entre 33-35°C e umidade relativa do ar de 65 a 70%. Já no momento em que atingem plenitude, entre 10 e 15 dias de vida, a temperatura tida como ideal deve ser de 24°-33°C (FURLAN; MACARI, 2008).

Condições ambientais que proporcionam uma melhor adaptação e um menor desgaste para as aves encontram-se em zonas de conforto térmico. A tabela 1 apresenta os valores de temperatura definidos com base na faixa etária da ave.

Tabela 1: Limites de temperatura do ambiente considerados confortáveis para as aves conforme sua faixa etária

IDADE (SEMANAS)	FAIXA DE TEMPERATURA CONFORTÁVEL (°C)
1	35-33
2	33-30
3	30-27
4	27-24
5	25-21
6	24-21

Fonte: MACARI e FURLAN, 2001.

Para Baêta e Souza (2010), manter o conforto térmico no interior das instalações avícolas é um fator extremamente importante e deve ser considerado desde a fase inicial de vida da ave. Os autores apontam que as condições de conforto térmico podem ser alcançadas nas fases de planejamento e concepção arquitetônica, por meio da escolha adequada de materiais e técnicas construtivas aliadas às condições climáticas e econômicas do local, além da correta implantação da construção a partir de sua orientação.

Tinôco (2001) destaca que, caso não se atente a esses aspectos, ao se planejar uma instalação avícola, fatalmente ocorrerá uma situação de desconforto térmico por calor que comprometerá substancialmente o desenvolvimento das aves.

Por fim, Coelho (2018) complementa que um ambiente inadequado é potencialmente estressante para as aves, causando transtornos no seu metabolismo, tais como queda de imunidade, doenças, altas taxas de mortalidade, diminuição dos índices de produtividade, perda da qualidade da carne e, conseqüentemente, danos para o produtor.

3.4. Aspectos fisiológicos das aves

Como explicado anteriormente, as aves possuem a capacidade de regular a temperatura corporal. No entanto, essa termorregulação só é desenvolvida a partir da terceira semana após o nascimento do animal, ou seja, nos primeiros dias de vida, as aves não dispõem de um sistema de reserva de energia apropriado para suportar situações críticas, o que pode ocasionar danos no seu crescimento por conta das

variações climáticas do meio ambiente (SOUZA, 2005). Abreu e Abreu (2011) acrescentam que qualquer perda de calor nos primeiros dias de vida das aves, pode prejudicar o equilíbrio ácido básico do sangue e do corpo, o equilíbrio de água em seu sistema e, conseqüentemente, a habilidade do animal em manter a temperatura corporal.

Conforme Macari e Furlan (2001), o mecanismo de termorregulação das aves é formado por quatro sistemas distintos: receptor, controlador, efetor e passivo. Os receptores são responsáveis pela percepção dos estímulos e sua integração com o sistema nervoso central, tendo como finalidade promover a ativação dos mecanismos de controle da temperatura corporal, enquanto que os sistemas efetores são responsáveis pela indução da manutenção da homeotermia.

O sistema nervoso central é constituído pela espinha e pelo cérebro, o qual comporta os mecanismos de percepção, associação, visão, audição e movimentos do corpo. Ainda no cérebro, tem-se duas importantes glândulas, o hipotálamo, o qual é atribuído à resposta do animal ao ambiente externo, e a pituitária, que é encarregada pela produção dos hormônios (BAËTA; SOUZA, 2010).

Para Matos (2001), as aves trocam calor com o ambiente por meio de processos físicos, entretanto, à medida que a temperatura do ambiente se eleva, alguns desses sistemas são afetados. Abreu e Abreu (2011) descrevem que as perdas de calor são caracterizadas de duas maneiras: calor sensível e calor latente (ou insensível). O calor sensível é eliminado pelos processos de radiação, condução e convecção, e é mediante esses mecanismos que as aves podem perder até 70% do calor produzido, porém essa perda é diretamente influenciada pela temperatura do ambiente. Já a perda de calor latente (ou insensível) acontece por meio da evaporação, podendo ser observada na pele e nas vias respiratórias.

Aos primeiros sinais de estresse térmico por calor, as aves aumentam a frequência respiratória para estimular a perda evaporativa e manter o equilíbrio térmico corporal, o que pode ocasionar em alcalose respiratória, provocando piora no desempenho zootécnico (FURLAN; MACARI, 2001).

Outro agravante é a ocorrência de doenças metabólicas, como a síndrome ascítica e a síndrome de morte súbita, as quais comprometem precisamente a função cardíaca do animal (CASSUCE, 2011).

3.5. Princípios básicos do ambiente para produção de frango de corte

Abreu e Abreu (2011) salientam que, ao projetar aviários, as características construtivas devem ter capacidade de minimizar os efeitos adversos do clima sobre as aves. Sendo assim, as instalações avícolas devem ser concebidas com base nas condições climáticas de cada região. Ao considerar esse fato, pode-se conquistar o sucesso da instalação quanto às condições de conforto compatíveis com as exigências das aves (TINÔCO, 2001).

Para a autora, o projeto deve amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como os de calor excessivo, frio ou vento, como também proporcionar ambientes que sejam, no mínimo, confortáveis para que altos índices de produtividade sejam atingidos.

Dalmina Junior (2018) destaca que o desenvolvimento de uma arquitetura que venha contribuir com o conforto térmico do usuário é fundamental para a qualidade e percepção do espaço. Desta forma, as edificações devem ser pensadas para o seu local de implantação, aproveitando ao máximo os recursos naturais e trabalhando em conjunto com equipamentos tecnológicos para proporcionar as melhores condições de conforto e ambiência ao usuário.

Buscando condições térmicas satisfatórias, economia, melhor desempenho e bem-estar animal, os profissionais devem se atentar aos seguintes parâmetros: conhecimento da fisiologia da ave, diagnóstico bioclimático da microrregião de produção ou implantação de novos sistemas, aplicação dos conceitos básicos da ambiência e detalhamento das tipologias construtivas (ABREU; ABREU, 2011).

Nas regiões de clima quente, é essencial levar em conta a utilização de mecanismos para diminuir o impacto das altas temperaturas dentro da edificação com o uso de sistemas de tratamentos do ar, como purificação, aquecimento, umidificação, refrigeração, desumidificação etc. Entretanto, antes de investir no acondicionamento térmico artificial, é necessário avaliar aspectos de projeto e implantação quanto à localização, a forma e orientação da edificação, dimensionamento, pé-direito, seleção adequada de materiais e técnicas construtivas, cobertura, envoltório e paisagismo externo (FURLAN; MACARI, 2001; TINÔCO, 2001).

Welker *et al.* (2008) verificaram, analisando diferentes sistemas de resfriamento em galpões com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste, que a associação

de ventilação com nebulização proporcionou uma menor temperatura corporal das aves em ambas as orientações, e indicam que a orientação Norte-Sul também pode ser adotada se um correto manejo de climatização for efetuado.

Muitos dos modelos de aviários implantados na avicultura são resultados de inovações introduzidas por técnicos e criadores ou ainda por tecnologias de outros países. Esse fato associado a pouca atenção às fases de planejamento e concepção arquitetônica, por razões econômicas ou até mesmo por desconhecimento, sem os ajustes necessários ao bioclima da região, constituem um grande desafio para avicultura (COELHO, 2018).

O autor descreve que, dessa forma, fica clara a importância de estudos na avicultura explorando todas as possibilidades existentes na busca de aperfeiçoar os sistemas de criação de aves, independentemente da tecnologia aplicada. O autor ainda expõe que esses estudos devem ser multidisciplinares e possuir a ambiência como papel fundamental, pois a aplicação desses conceitos proporcionará instalações mais adequadas, não só em relação ao ambiente térmico e aéreo, mas também relacionados ao consumo de energia e água. Com isso, será oportuno obter cada vez mais melhores desempenhos produtivos sem afetar o bem-estar das aves.

3.6. Instalações avícolas de frango de corte no Brasil

O investimento e aperfeiçoamento em tecnologias na avicultura, visando à produtividade e o bem-estar animal, têm resultado em novos conceitos de sistemas de criação de frango de corte, com especificações particulares, constituindo um grande desafio para a ambiência dessas instalações (ABREU; ABREU, 2011).

Costa *et al.* (2010) relatam que a busca por melhores condições de manejo ocasionou modificações nas instalações avícolas, visto que os modelos convencionais de produção com as extremidades abertas, ventilação natural, comedouros e bebedouros manuais começaram a ser substituídos por instalações mais modernas, com ambientes acondicionados artificialmente, com o uso de ventiladores, nebulizadores e painéis evaporativos, além de comedouros e bebedouros automatizados, bem como maior controle das variações climáticas e qualidade do ar.

Coelho (2018) descreve que as diferentes condições climáticas observadas no Brasil, em virtude de sua extensão territorial, evidenciam a necessidade de analisar

os diferentes princípios construtivos dos aviários, a fim de alcançar os sistemas de criação que possam apresentar melhores resultados para cada região, visto que cada local impõe uma exigência própria de parâmetros de conforto térmico.

A Embrapa Suínos e Aves elaborou uma padronização dos sistemas, principalmente pela necessidade da montagem dos custos de produção da avicultura para os estados brasileiros (ABREU; ABREU, 2011).

Neste capítulo, será apresentado a caracterização arquitetônica das instalações avícolas sendo elas: convencionais, semiclimatizados ou automatizados, climatizados, *blue house* e *green house* e, por fim, *dark house*.

3.6.1. Instalações convencionais de frango de corte

Os aviários convencionais (Figura 2) não apresentam sistema de controle artificial da temperatura, ou seja, o acondicionamento é natural ou possuem um número reduzido de ventiladores. As laterais são abertas com uso de cortina de ráfia amarela, azul ou branca e sem forro. Os comedouros e bebedouros são manuais, do tipo tubular e pendular, respectivamente (ROVARIS, 2015; BEDIN, 2015).



Figura 2: Aviário convencional com uso de cortina em ráfia amarela e ventiladores.
Fonte: INDICADOR ENCONÔMICO, 2016.

3.6.2. Instalações semiclimatizadas de frango de corte

Abreu e Abreu (2011) salientam que as instalações semiclimatizadas, diferentemente das convencionais, buscam o controle artificial da temperatura por meio de ventiladores em pressão positiva. As cortinas seguem o padrão de ráfia

amarela, azul ou branco com ou sem forro. Os comedouros são tubulares ou automáticos e os bebedouros podem ser pendulares ou do tipo *nipple*.

3.6.3. Instalações climatizadas de frango de corte

O controle das condições térmicas ambientais nos sistemas climatizados é maior que os descritos anteriormente, já que possuem ventiladores em pressão positiva ou exaustores em pressão negativa. Há ainda um sistema de resfriamento com o uso de nebulizadores ou *pad cooling*. As cortinas são em ráfia amarela, azul, branca ou reflexiva, bem como a estrutura pode ou não ter forro, defletores e gerador de energia, dependendo da quantidade das aves. Nesse tipo de instalação, os comedouros e bebedouros são automáticos (ABREU; ABREU, 2011).

3.6.4. Instalações *blue house* e *green house* de frango de corte

Por intermédio do controle da intensidade de luz, cor da cortina e do forro, que devem ser azuis ou verdes de um lado e reflexivas do outro, os sistemas *blue house* (Figura 3) e *green house* utilizam a teoria da cor para proporcionar aumento na produção das aves (ABREU; ABREU, 2011).



Figura 3: Aviário *blue house*.
Fonte: INTEEL AUTOMAÇÕES, 2015.

As estruturas são as mesmas, exceto pela cor da cortina e forro, e possuem controle das condições térmicas por meio do uso de exaustores em pressão negativa, além de sistema de resfriamento por nebulização ou *pad cooling* (ABREU; ABREU, 2011).

Os comedouros ou bebedouros são automáticos e alguns produtores utilizam defletores no teto. Além disso, o controle de luz natural ocorre por meio de *light-trap* na entrada e saída do ar. Com isso, o uso de geradores de energia nessas instalações, em caso de falha na rede elétrica, é indispensável (ABREU; ABREU, 2011).

3.6.5. Instalações *dark house* de frango de corte

O padrão *dark house*, em determinadas regiões, vem sendo o sistema de criação de carne de frango mais utilizado. O fato se dá por esse tipo de instalação ter como objetivo o controle total da iluminação e das condições térmicas ambientais como temperatura, umidade e renovação de gases dentro do aviário. Além de ser um modelo eficiente e seguro, proporciona um melhor desempenho de produção e, conseqüentemente, uma maior rentabilidade para o produtor (BICHARA, 2009 *apud* BEDIN, 2015).

Costa (2006) ressaltar que grande parte do sucesso do modelo *dark house* é proveniente do correto programa de iluminação, ventilação adequada e de não realizar nenhuma adaptação no sistema, ou seja, quanto mais responsabilidade com a inserção da tecnologia, melhores os resultados. Além disso, em aviários *dark house*, a produção de frango de corte pode chegar até 40 aves/m², enquanto que a produção de frangos de corte em aviários com exaustão manual, a quantidade é de aproximadamente 12 aves/m² (NASCIMENTO, 2011; SANTOS, 2001).

Apesar do alto custo de investimento para implementação do sistema de controle desse tipo de instalação, Gallo (2009) afirma que resultados apurados entre as integradoras do Brasil e de outros países mostram que o sistema de criação *dark house* é viável – técnica e economicamente – não somente para a integradora, mas também para o integrado, devido ao maior número de aves alojadas por metro quadrado, menor conversão alimentar e maior ganho de peso diário, garantindo assim melhores índices de desempenho e maior retorno financeiro à empresa e produtores.

Abreu e Abreu (2011) caracterizam o sistema *dark house* com vedação das cortinas laterais, não permitindo a entrada de ar, tendo como finalidade uma exaustão em pressão negativa mais eficiente. O resfriamento pode ser por nebulização ou *pad cooling*. Os autores ainda descrevem que a estrutura apresenta forro em polietileno preto de um lado e reflexiva do outro (Figura 4).



Figura 4: Aviário *dark house*.
Fonte: CLIMAVES, 2017.

Algumas instalações utilizam defletores no teto e o controle da luz ocorre por meio de *light-trap* na entrada e saída de ar. Os comedouros são automáticos e os bebedouros *nipple*. Por isso, o uso de geradores de energia na instalação é fundamental. Nesse sistema, o controle da intensidade da luz é realizado a partir de um *dimmer*.

3.7. Sistemas construtivos e operacionais dos aviários de frango de corte

Objetivando uma alta produtividade e qualidade no produto final, o ambiente em que as aves são criadas desempenha papel fundamental para a produção (DAMASCENO *et al.*, 2010). Uma forma de influenciar o ambiente térmico das instalações é o acondicionamento térmico natural, com ênfase para variação da concepção arquitetônica e dos materiais de construção.

Dentre os materiais que merecem destaque estão os das coberturas, sendo um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, influenciando diretamente o balanço térmico no interior do ambiente (SANTOS *et al.*, 2002).

Além da escolha dos sistemas construtivos adequados, a implantação de um sistema controlado, com equipamentos que forneçam as condições ambientais adequadas nos aviários também é importante para que o desempenho das aves seja superior (GLATZ; PYM, 2007).

O próximo capítulo discorrerá a respeito dos sistemas construtivos e operacionais de aviários de frango de corte sendo eles: sistema de cobertura, fechamento, controle, resfriamento, ventilação, aquecimento, iluminação e nutrição.

3.7.1. Sistema de cobertura dos aviários de frango de corte

NÃÃS *et al.* (2001) consideram o telhado o elemento construtivo mais importante em uma instalação avícola, quanto ao controle da radiação solar incidente.

De modo geral, por representar grande parte do envoltório, a cobertura é o fator que tem grande influência sobre as condições no interior das instalações de criação animal. Sua eficiêcia normalmente está associada ao material das telhas, caracterizado pelo isolamento, e à natureza superficial, caracterizada pela absorvidade e emissividade radiante (CARDOSO *et al.*, 2011). Ou seja, um material de cobertura com alta refletividade solar, bem como alta emissividade térmica na parte superior e baixa absorvidade solar, associada à baixa emissividade térmica na parte inferior, apresenta temperaturas superficiais amenas. A absorção de calor solar radiante pelo material é diretamente proporcional à superfície real exposta. Por isso, é preciso dar preferência às telhas não rugosas (TINÔCO, 2001).

Tinôco (2001) destaca que fica evidente a necessidade da adequada escolha dos materiais de cobertura que, em determinados casos, pode receber sistemas de forração como opção de reforçar a barreira de troca de calor ou ainda o uso de materiais isolantes (BAÊTA; SOUZA, 2010).

A utilização do forro permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura, o que contribui com a redução da transferêcia de calor para o interior da edificação. Já o isolamento térmico, com o uso de materiais como poliuretano, eucatex, lã de vidro ou similares, constitui-se como uma ótima proteção contra a radiação solar (TINÔCO, 2001). Para Silva (2001), o isolamento térmico é geralmente o meio mais eficiente de melhorar as condições ambientais das edificações em geral.

Estudos apontam que o uso de um material isolante térmico sob o teto em um aviário proporcionou melhor conversão alimentar, menor mortalidade, maior produção por área e, conseqüentemente, um melhor desempenho das aves (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

Segundo Tinôco (2001), as coberturas que possuem maior qualidade térmica são as de alumínio, intercaladas com uma camada de isopor. Com base na pesquisa elaborada por Maino (2018) em dois aviários de frango de corte, localizados na região Oeste do estado do Paraná, no município de Missal, a instalação avícola com cobertura de telha termoacústica e com camada de poliuretano apresentou valores de

conforto térmico, mais próximo dos ideais, além de um menor consumo de energia elétrica, quando comparado com a instalação com telha de aluzinco treapezoidal, sem isolamento, e forro de lona preta.

Por fim, Cardoso *et al.* (2011) expõem que uma cobertura ideal continua sendo o grande desafio dos sistemas construtivos nas instalações avícolas. Desta forma, a realização de estudos é algo necessário com o intuito de identificar telhados mais eficientes que tenham um bom desempenho térmico.

3.7.2. Sistema de fechamento dos aviários de frango de corte

As condições térmicas no interior das instalações de produção animal dependem de diversos fatores construtivos como orientação, volumetria, materiais de fechamento sendo cobertura e alvenarias, altura do pé-direito, dimensionamento do beiral e inclinação do telhado (JÁCOME *et al.*, 2007; KAWABATA *et al.*, 2005).

Os materiais dos fechamentos variam em densidade e porosidade. Os mais porosos normalmente possuem elevada resistência térmica em razão da baixa condutividade térmica do ar contido em seus vazios. Por isso, quanto menor a densidade do material e maior o número de seus poros, menor sua condutividade térmica e, conseqüentemente, maior o poder de isolamento (CARDOSO *et al.*, 2011).

No interior de uma instalação, normalmente, busca-se uma temperatura uniforme, seja por meio do condicionamento natural ou artificial. Para isso, é importante o conhecimento das propriedades térmicas dos fechamentos como transmitância, amortecimento e retardamento (CARDOSO *et al.*, 2011).

3.7.3. Sistema de controle dos aviários de frango de corte

Bridi (2006) aponta que o conhecimento das adaptações fisiológicas dos animais, relacionado ao ambiente térmico, nos permite a tomada de decisões e técnicas quanto ao manejo das aves, nutrição e instalações de equipamentos, priorizando a maximização da atividade.

A autora ainda destaca que o controle do ambiente pode ser realizado por meio de sistemas naturais e/ou artificiais. Os sistemas de controle naturais são aqueles definidos pela volumetria, fechamentos, tipo de telhado, recobrimento de

áreas circunvizinhas e sombreamento. Já os métodos artificiais, ditos automatizados, são determinados pelo uso de um painel controlador de ambiente (Figura 5) associado às funções de ventilação, temperatura, umidade, luminosidade, ração, água e medicamentos.



Figura 5: Painel controlador de ambiente, SMAAI 5.
Fonte: INOBRAM AUTOMAÇÕES, 2018.

O monitoramento das condições do ambiente auxilia na verificação das necessidades de adequação em momentos desfavoráveis, tornando possível certificar que os aspectos citados anteriormente sejam reestabelecidos conforme as prioridades das aves (ABPA, 2016).

Nããs (2011) profere que a zootecnia de precisão está diretamente ligada ao efetivo monitoramento e controle das etapas de produção, proporcionando uma redução nas perdas e a maximização dos índices produtivos. A autora ainda descreve que a automação nas instalações avícolas permite a realização de atividades que antes eram impossíveis de serem executadas.

Um sistema de automação e controle eficiente deve perceber o ambiente que o cerca e atuar de forma a proporcionar um ajuste preciso do ambiente, para que possa adequar os valores estabelecidos como ideais a partir da idade das aves (NÃÃS, 2011).

3.7.4. Sistema de resfriamento dos aviários de frango de corte

Para Abreu e Abreu (2006), os sistemas de resfriamento evaporativo ou *pad cooling* na produção avícola são utilizados com o objetivo de reduzir a temperatura e

umidade relativa interna dos aviários minimizando os efeitos indesejáveis do estresse térmico sobre as aves.

O sistema *pad cooling* (Figura 6) requer ventilação mecânica para forçar o ar por meio dos painéis evaporativos. Ou seja, consiste na utilização de uma cortina de água sobre um painel instalado nas entradas de ar do aviário (NASCIMENTO, 2011). Os painéis evaporativos utilizados nesse processo são geralmente de material especial de celulose, mantidos constantemente umedecidos, para que o ar passe e seja resfriado antes de entrar no interior da instalação (ABREU; ABREU, 2005).



Figura 6: Painel evaporativo sistema *pad cooling*.
Fonte: ICE HOUSE BRASIL, 2011.

Uma maneira prática de decidir sobre a adoção, ou não, do resfriamento evaporativo é fazendo a análise do potencial de redução da temperatura ambiente por esse processo, em relação à umidade relativa e a temperatura da região (ABREU; ABREU, 2006).

3.7.5. Sistema de ventilação dos aviários de frango de corte

Abreu e Abreu (2011) especificam que existem diversas maneiras de se alcançar as temperaturas ideais de conforto no interior dos aviários, sendo que uma delas é por meio da ventilação. Por meio do controle adequado, da entrada de calor no aviário e saída do calor produzido, a ventilação passa a ser uma complementação dos requisitos de conforto.

Ou autores ainda completam que uma ventilação adequada também é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e para permitir a renovação do ar regulando o nível de oxigênio necessário às aves, eliminando gás carbônico e gases de fermentação.

Curi (2014) descreve que, quando a ventilação natural não for suficiente para a manutenção ideal das condições climáticas no interior dos galpões, deve-se utilizar a ventilação artificial que é produzida por equipamentos de exaustão. A taxa de ventilação pode ser controlada por meio do dimensionamento dos exaustores, das entradas e saídas de ar.

Nos aviários convencionais, a ventilação ocorre a partir da abertura dos lanternins e cortinas, maximizando a ventilação natural. Em alguns casos, devido às condições climáticas da região, há necessidade da adoção da ventilação artificial com ventiladores que poderá ser realizada por meio de fluxo transversal ou longitudinal (ABREU; ABREU, 2000).

Abreu e Abreu (2011) descrevem que, para os sistemas *dark house*, existem dois tipos de ventilação quando se considera a pressão exercida pelo ar: a ventilação com pressão negativa e a ventilação com pressão positiva.

A ventilação com pressão negativa e com fluxo de ar tipo túnel, geralmente, é a mais empregada. Nesse sistema, os exaustores captam o ar quente do interior da instalação e o destina para o exterior (Figura 7) (ABREU; ABREU, 2011).

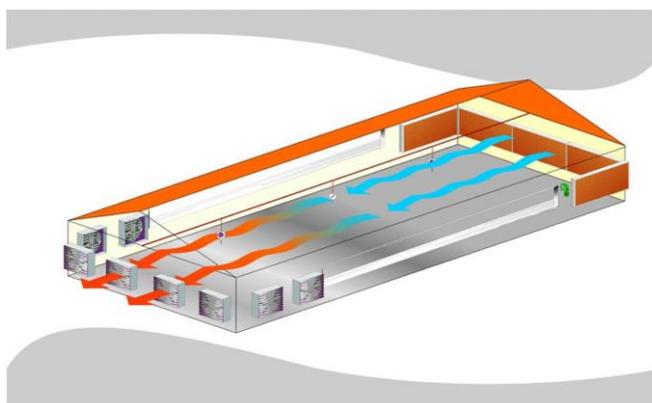


Figura 7: Croqui ventilação por pressão negativa tipo túnel.
Fonte: FRANGO ON-LINE, 2012.

Já no sistema de ventilação com pressão positiva, o ar externo é forçado a entrar na instalação criando pressão para o interior da edificação (CURI, 2014).

A fim de obter sistemas cada vez mais eficazes, muitas pesquisas pautadas em tecnologia para a realização do aquecimento e resfriamento artificial das edificações são desenvolvidas. No entanto, com o alto custo da energia elétrica e diante das discussões a respeito dos impactos ambientais, tem-se a necessidade de

adaptar essas edificações, por meio do uso de estratégias bioclimáticas, para que se tornem cada vez mais eficientes e sustentáveis (DALMINA JUNIOR, 2018).

Soluções projetuais e estudos de elementos arquitetônicos são essenciais para melhor aproveitamento dos recursos naturais disponíveis. A utilização de um sistema de ventilação cruzada é um bom exemplo, visto que apresenta melhor desempenho no interior da edificação durante as estações mais quentes do ano. Um trabalho realizado com um modelo computacional de um aviário *dark house*, o qual adotou um sistema de ventilação cruzada de efeito chaminé na cobertura, evidenciou melhor conforto térmico, quando comparado com um modelo convencional e um modelo *dark house* sem o uso desse sistema (DALMINA JUNIOR, 2018).

3.7.6. Sistema de aquecimento dos aviários de frango de corte

Proporcionar um ambiente com temperaturas constantes e uma distribuição uniforme é um fator primordial para um bom desempenho das aves (COBB-VANTRESS, 2008).

Funck e Fonseca (2008) relatam que, na tentativa de resolver as questões de ambiência, os aviários estão cada vez mais equipados com sistemas de climatização, sistemas de aquecimento e painéis de controle, nos quais são programadas a temperatura e a umidade do ar indicada para cada idade das aves.

Para Vigoderis (2006), projetos eficientes de aquecimento devem ser desenvolvidos com base na uniformidade, desempenho produtivo e custo de produção de lotes. Há vários sistemas de aquecimento para aviários, entre eles os aquecedores a gás, campânulas tipo infravermelho, campânulas de alta e baixa pressão, campânulas a base de carvão e aquecedores que fazem o uso de lenha sem ter renovação de ar, fornalhas a lenha ou carvão e aquecedores a lenha tipo tambor. A escolha do sistema de aquecimento não deve levar em consideração apenas o custo, mas também a capacidade de produção de calor e as consequências que este sistema proporcionará para a cama e a qualidade do ar da instalação avícola (RONCHI, 2004).

Basicamente existem dois tipos de aquecimento para manter a temperatura ambiente dentro da região de conforto térmico das aves, o aquecimento central e o local. O aquecimento central é baseado no aquecimento relativamente homogêneo de todo o volume do aviário, enquanto o local é baseado no aquecimento apenas da

superfície do local em que se alojam os pintos, sendo um processo bastante eficaz, em termos de economia de energia (ABREU; ABREU, 2002).

3.7.7. Sistema de iluminação dos aviários de frango de corte

A importância da luz nos aviários não está restrita apenas à sua duração, pois aspectos como intensidade, fonte, frequência, comprimento de onda, comprimento de onda espectral, composição espectral e a distribuição espacial das lâmpadas nas instalações também afetam os resultados finais, em termos da qualidade e da produtividade das aves (JORDAN; TAVARES, 2005).

Um bom sistema de iluminação deve ter uma distribuição uniforme e ser elaborado prevendo as alterações que acontecem conforme a idade das aves. Além disso, as recomendações devem ser adaptadas de acordo com as condições climáticas, tipo de instalação e objetivos do produtor (COBB-VANTRESS, 2008).

Jordan e Tavares (2005) ressaltam que o excesso de iluminação é prejudicial para a produção de frangos de corte favorecendo comportamentos de agressividade, hiperatividade, canibalismo, deposição de gordura, maior incidência de problemas de pernas, doenças metabólicas e circulatórias.

Os autores ainda descrevem que um projeto adequado, um bom plano de operação e manutenção das instalações elétricas refletem em economias de energia significativas, bem como garantem condições ideais para o funcionamento e continuidade da produção.

Dalmina Junior (2018) completa que, ao considerar a localização e a incidência sofrida pela edificação, pode-se obter um sistema de iluminação adequado e com uma boa eficiência energética. O autor ainda comenta que há a necessidade da realização de estudos que observem o impacto da iluminação artificial ou natural no desenvolvimento das aves, visto que esse sistema afeta diretamente no desempenho da produção. Elaborar ambientes com uma iluminação com boa intensidade, porém de forma controlada, é fundamental para o conforto e ambiência interna dos aviários.

3.7.8. Sistema de nutrição dos aviários de frango de corte

Bassi *et al.* (2006) relatam que um aspecto importante no manejo do lote é a distribuição dos bebedouros e comedouros nos aviários, pois sua distribuição incorreta prejudica o desempenho das aves. Os autores expõem que a água e a ração necessitam ser disponibilizadas de forma uniforme, assim como os espaçamentos entre esses sistemas devem ser iguais em toda extensão do aviário.

Outro fator significativo é o balanceamento de proteínas e aminoácidos, além das quantidades de energia, vitaminas e minerais no processo de fabricação da ração (ABPA, 2016).

Para garantir um melhor consumo de ração, deve-se atentar quanto à disponibilidade e a qualidade da água oferecida. Ela deve ser limpa e fresca, com bebedouros de fácil acesso, visto que a água quente reduz a ingestão de ração, com perdas no desenvolvimento dos animais (BIGSAL, 2018).

A distribuição de água pode acontecer de duas maneiras: por meio do sistema aberto ou fechado. Os bebedouros pendulares ou tipo copinho pertencem ao sistema aberto e, apesar da vantagem em termos de custo, são caracterizados por problemas associados à qualidade da cama e higiene. Já os bebedouros tipo *nipple* (Figura 8) são os mais recomendados devido à facilidade de acesso que esse modelo proporciona à ave, além de evitar o vazamento de água e, conseqüentemente, o desperdício (SCAHAW, 2000).



Figura 8: Sistema fechado tipo nipple.
Fonte: PLASSON, 2018.

O sistema de distribuição de ração, independente do modelo adotado, deve fornecer o volume de alimento suficiente com o mínimo de perdas. A proximidade

entre o comedouro e as aves precisa proporcionar as metas de consumo desejadas (COBB-VANTRESS, 2008).

De acordo com Nascimento (2011), para um manejo facilitado, a utilização de sensores configurados a esse sistema possibilita um maior número de acionamentos estimulando a ingestão de ração. Geralmente, recomendam-se comedouros do tipo prato (Figura 9), pois permitem a livre movimentação das aves no galpão, causam pouco derramamento do conteúdo e melhoram a conversão alimentar (COBB-VANTRESS, 2008).

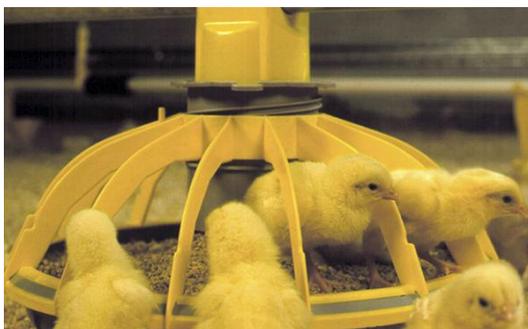


Figura 9: Comedouro tipo prato.
Fonte: BIG DUTCHMAN, 2018.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

A referida pesquisa foi conduzida em dois aviários de frango de corte, modelo *dark house*, denominados AV1 e AV2 (Figura 10), localizados no município de Ubitatã, na região Oeste do Estado do Paraná.



Figura 10: Localização dos aviários AV1 e AV2.

As instalações avícolas estão situadas na mesma propriedade e pertencem à mesma integradora. Além disso, as coordenadas geográficas da localidade são representadas pela latitude 24°26'47.3" Sul e longitude 53°04'03.4" Oeste.

O clima da região, de acordo com a classificação de *Koppen* e *Geiger*, é do tipo Cfa caracterizado como subtropical úmido, com uma temperatura média de 18.2 °C.

Conforme o *Climate Data Org* (2019), em Ubitatã existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano, com uma média anual de 1658 mm, até mesmo em agosto que é um mês mais seco. O mês mais quente do ano é fevereiro, que apresenta uma temperatura média de 23.7 °C. Já o mês mais frio é junho, com uma temperatura média de 15.4 °C.

4.2. Caracterização construtiva dos aviários

Por meio de observações *in loco* das estruturas, foram estabelecidas as características construtivas dos aviários (Figura 11).



Figura 11: Aviário AV1 e AV2.

Situadas uma ao lado da outra, as instalações possuem dimensão semelhante. O aviário AV1 possui estrutura pré-moldada de concreto, com pilares a cada 3 metros dispostos ao longo de 50 vãos, no eixo longitudinal da edificação, além de pilares a cada 5 metros dispostos ao longo de 03 vãos, no eixo lateral da edificação, totalizando um dimensionamento de 15x150 metros e 2.250m² de área construída (Figura 12).



Figura 12: Fachada frontal do aviário AV1

Já o aviário AV2 possui estrutura pré-moldada de concreto, porém com pilares a cada 5 metros e dispostos ao longo de 30 vãos, no eixo longitudinal da edificação,

totalizando um dimensionamento de 16x150 metros e 2.400m² de área construída (Figura 13).



Figura 13: Fachada frontal do aviário AV2.

Quanto à quantidade de animais alojados, o aviário AV1 comporta 32.500 aves e o aviário AV2, 34.000 aves, ambos abrigam linhagem *Cobb Slow* de sexo misto.

Adjacentes às instalações avícolas, há ainda os ambientes de apoio como a sala de controle, estrutura do sistema de aquecimento, resfriamento, além de depósitos de equipamentos e produtos utilizados na manutenção das edificações (Figura 14).



Figura 14: Sala de controle (1) e porta de acesso ao pad cooling do aviário AV1 (2). Ambiente do sistema de aquecimento do aviário AV2 (3).

O material de fechamento dos aviários é constituído de bloco cerâmico com vedação da alvenaria em cortina preta, na face interna e prata, na face externa. O piso das instalações é de chão batido com sobreposição da cama de raspa de madeira, tipo maravalha.

Entre os contrastes construtivos, o aviário AV1 possui beiral de 80 centímetros e estrutura de madeira sem forração enquanto o aviário AV2 possui beiral de 1 metro e estrutura metálica com forração em lona preta (Figura 15, 16 e 17).



Figura 15: Beiral com estrutura em madeira (1) e cortina preta-prata do aviário AV1 (2). Beiral com estrutura metálica e forração em lona preta (3) e cortina preta-prata do aviário AV2 (4).

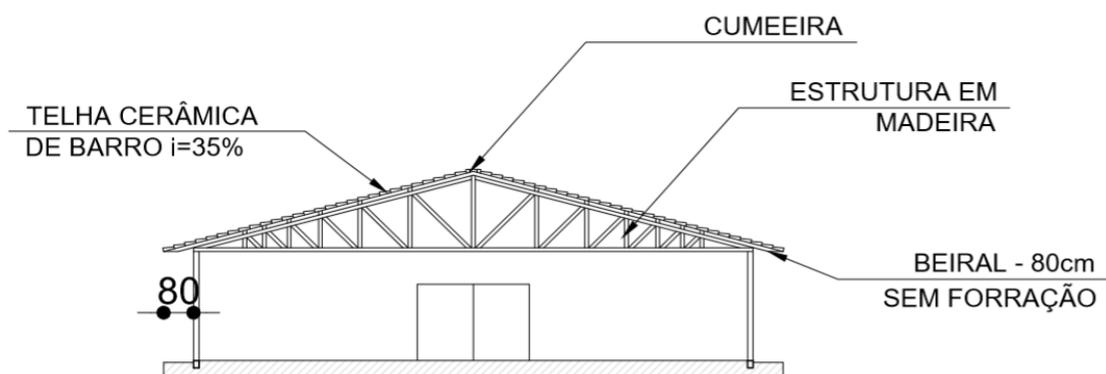


Figura 16: Corte esquemático sistema de cobertura aviário AV1.

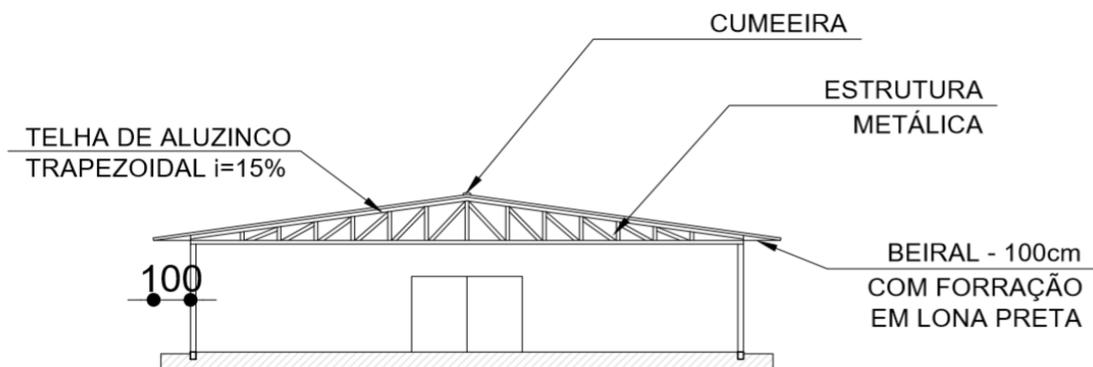


Figura 17: Corte esquemático sistema de cobertura aviário AV2.

Outro diferencial tem a ver com o material da cobertura, o aviário AV1 detém de telha cerâmica de barro modelo francesa (Figura 18 e 19) e o aviário AV2 possui telha de aluzinco trapezoidal TRP35 (Figura 18 e 20).



Figura 18: Telha cerâmica de barro do aviário AV1 (1). Telha de aluzinco trapezoidal TRP35 do aviário AV2 (2).

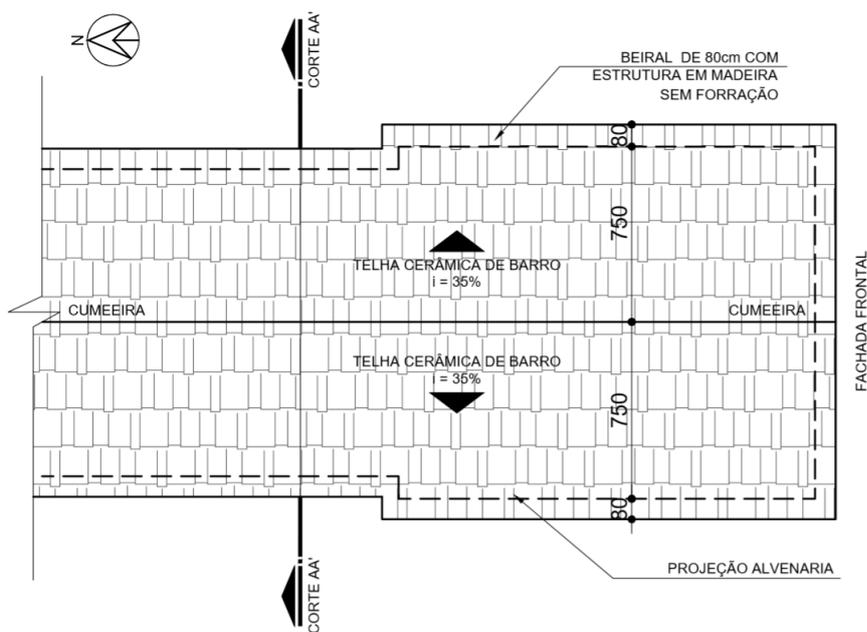


Figura 19: Planta de cobertura do aviário AV1.

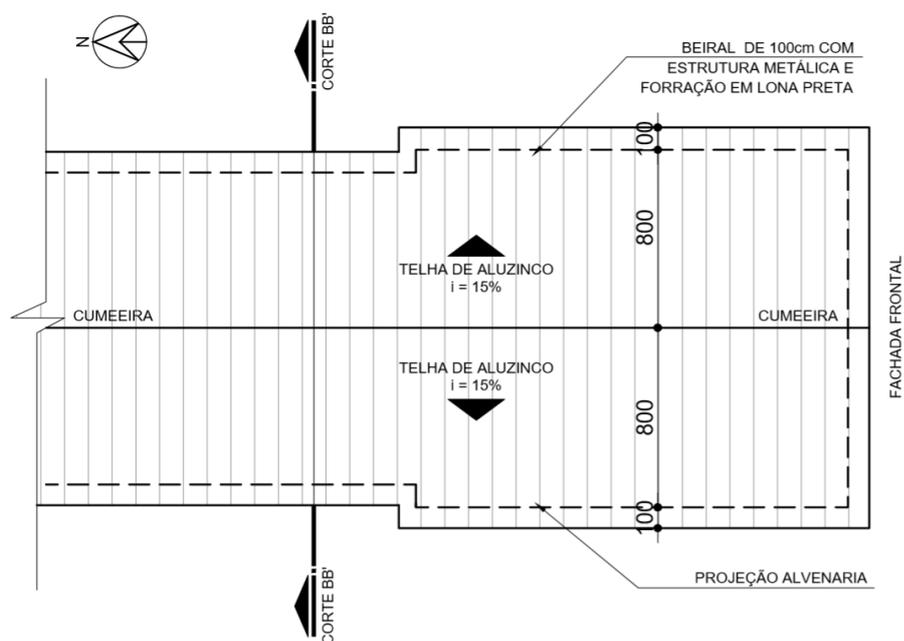


Figura 20: Planta de cobertura do aviário AV2.

A Tabela a seguir expõe o resumo das características construtivas dos aviários AV1 e AV2.

Tabela 2: Resumo das características construtivas e técnica dos aviários AV1 e AV2

AVIÁRIO	AV1	AV2
Modelo aviário	<i>Dark House</i>	
Dimensão	15x150	16x150
Área	2.250 m ²	2.400 m ²
Aves alojadas	32.500	34.000
Linhagem	<i>Cobb Slow</i>	
Sexo	Misto	
Estrutura	Pré-moldado de concreto com pilares a cada 03 metros dispostos em 50 vãos e pilares a cada 05 metros dispostos em 03 vãos	Pré-moldado de concreto com pilares a cada 05 metros dispostos em 30 vãos

AVIÁRIO	AV1	AV2
Fechamento	Alvenaria de bloco cerâmico	
Vedação alvenaria	Cortina preta na face interna e prata na face externa	
Cobertura	Estrutura em madeira com telha cerâmica de barro modelo francesa	Estrutura metálica com telha de aluzinco trapezoidal TRP35
Piso	Chão batido com sobreposição de maravalha	

Por fim, ao analisar a Tabela 2, pode-se constatar que as duas instalações avícolas possuem apenas diferenças construtivas com relação à dimensão da estrutura e o sistema de cobertura.

4.3. Caracterização técnica dos aviários

O referido capítulo apresenta as características técnicas dos aviários AV1 e AV2 (Figura 21), em especial quanto aos sistemas de controle, aquecimento, resfriamento, ventilação e iluminação.



Figura 21: Indicação do aviário AV1 e aviário AV2.

4.3.1. Aviário AV1

O sistema de controle ambiental interno do aviário é da marca FanControl, modelo CC2-C (Figura 22). O painel trabalha por pressão estática e permite um número maior de sondas de temperatura, além do controle da entrada de ar, cortinas laterais e, até mesmo, entrada de ar por pressão.

O controlador está conectado ao sistema de aquecimento, ventilação, resfriamento e nebulizadores da instalação avícola.



Figura 22: Sistema de controle do aviário AV1 – FanControl CC2-C.

Quanto ao sistema de aquecimento, o aviário AV1 parte do uso de forno a lenha da marca Agrobona (Figura 23).



Figura 23: Sistema de aquecimento do aviário AV1 – forno a lenha.

Já o sistema de resfriamento da instalação é composto por *pad cooling* com painel evaporativo de celulose e localizados nas duas faces do aviário (Figura 24). A estrutura está disposta em 15 metros, no eixo longitudinal, da edificação. O espaço destinado à manutenção e duto de ar refrigerado, nas laterais, possui aproximadamente 90 centímetros de largura (Figura 25).

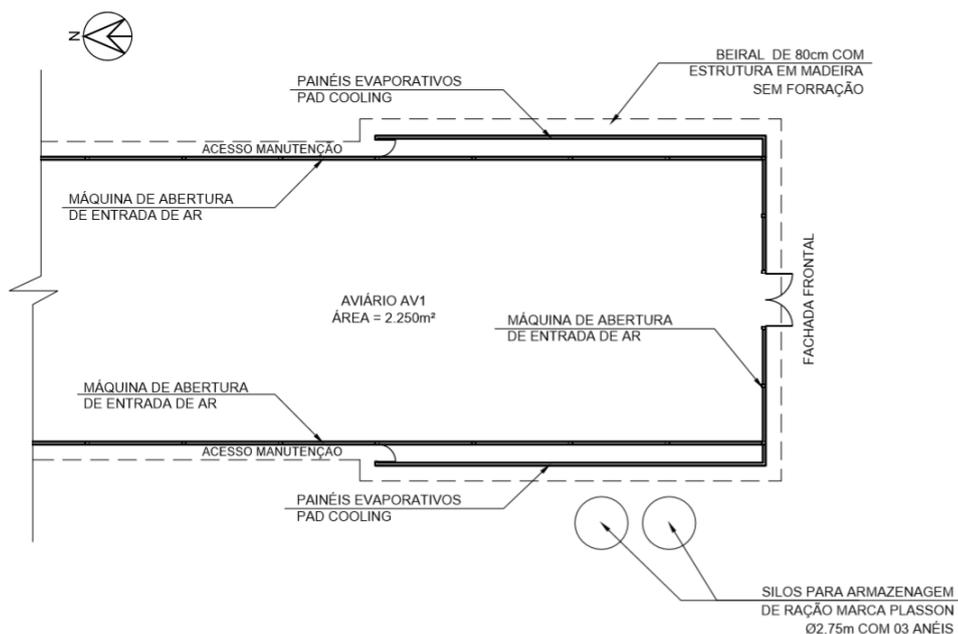


Figura 24: Planta baixa com a localização do sistema de resfriamento pad cooling.



Figura 25: Sistema de resfriamento pad cooling – painéis evaporativos de celulose (1). Rede hidráulica do sistema pad cooling (2) e acesso à manutenção do sistema (3).

Aos fundos do aviário, estão situados os exaustores da marca Plasson, responsáveis pelo sistema de ventilação (Figura 26). Da mesma forma que o sistema de resfriamento, os exaustores também estão dispostos nas duas faces da instalação, com 07 equipamentos instalados em cada lateral, totalizando 14 exaustores (Figura 27).

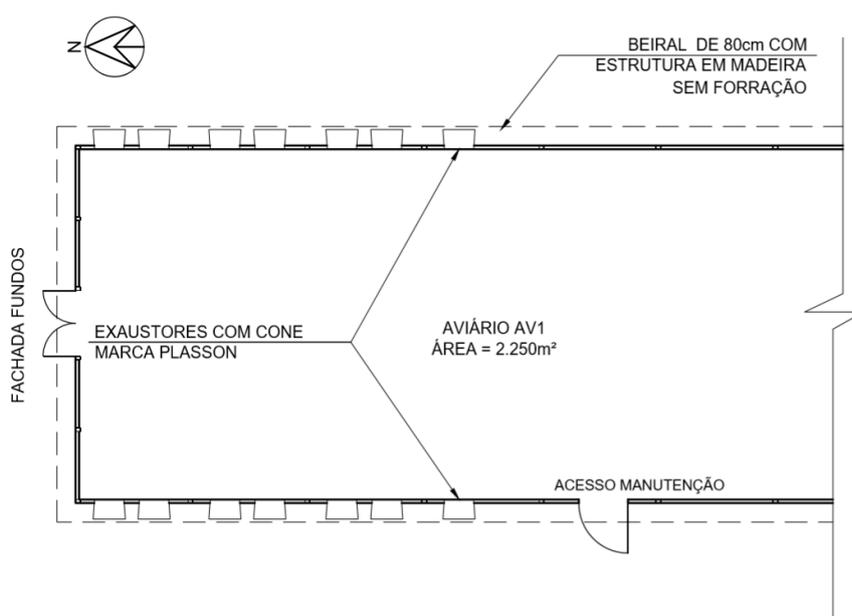


Figura 26: Planta baixa com a localização do sistema de ventilação - exaustores.



Figura 27: Sistema de ventilação – exaustores do aviário AV1.

O sistema de iluminação do aviário AV1 é formado por lâmpadas de LED dimerizadas. A distribuição pela instalação se dá por meio de 03 lâmpadas estabelecidas em 50 linhas, totalizando 150 lâmpadas. Interligado ao painel de controle o *dimmer* da marca Inobram, modelo I-8000, determina a intensidade da iluminação interna (Figura 28).



Figura 28: Sistema de iluminação – dimmer Inobram I-8000.

Referente ao sistema de nutrição, os comedouros automáticos são da marca Plasson do tipo prato (Figura 29). O armazenamento e abastecimento desse sistema ocorrem a partir de 02 silos, também da mesma marca, formado por 03 anéis e com um diâmetro de 2,75 metros (Figura 30). Há ainda os bebedouros dispostos no aviário, os quais são responsáveis pela hidratação das aves e aplicação de medicamentos.



Figura 29: Sistema de nutrição – comedouros Plasson.



Figura 30: Sistema de nutrição – silos Plasson.

O abastecimento geral de água do aviário acontece por meio de uma caixa d'água com capacidade de 20.000 litros (Figura 31). Já os bebedouros e sistemas de resfriamento são fornecidos por uma caixa d'água com capacidade de 1.000 litros, a qual é abastecida pelo reservatório maior (Figura 32).



Figura 31: Sistema de abastecimento de água – reservatório com capacidade de 20.000 litros.



Figura 32: Sistema de abastecimento de água – reservatório com capacidade de 1.000 litros.

Por fim, tanto o aviário AV1 quanto o aviário AV2, contam com um sistema de gerador, da marca BR Geradores, modelo Olympian GEP-150 1006TAG, com potência de 165 kVa, o qual auxilia a manutenção das instalações em caso de falha na rede elétrica (Figura 33).



Figura 33: Sistema de gerador – BR Geradores Olympian GEP-15- 1006TAG dos aviários AV1 e AV2.

4.3.2. Aviário AV2

Para o controle ambiental interno do aviário AV2, é utilizado um painel da marca Plasson, modelo AC-2000 PRO (Figura 34). Interligado aos sistemas de

aquecimento, resfriamento, ventilação, nebulizadores e nutrição, o equipamento permite que sejam definidas as condições ideais do ambiente para o melhor desempenho das aves.



Figura 34: Sistema de controle – painel Plasson AC-2000 PRO.

Igualmente ao aviário AV1, o sistema de aquecimento do aviário AV2 parte do uso de forno à lenha da marca Agrobona. Já o sistema de resfriamento é similar ao do aviário AV1, visto que temos os painéis evaporativos de celulose, *pad cooling*, dispostos nas duas faces da edificação. Entretanto, a estrutura do aviário AV2 possui 20 metros de extensão, no eixo longitudinal, da edificação (Figura 35).

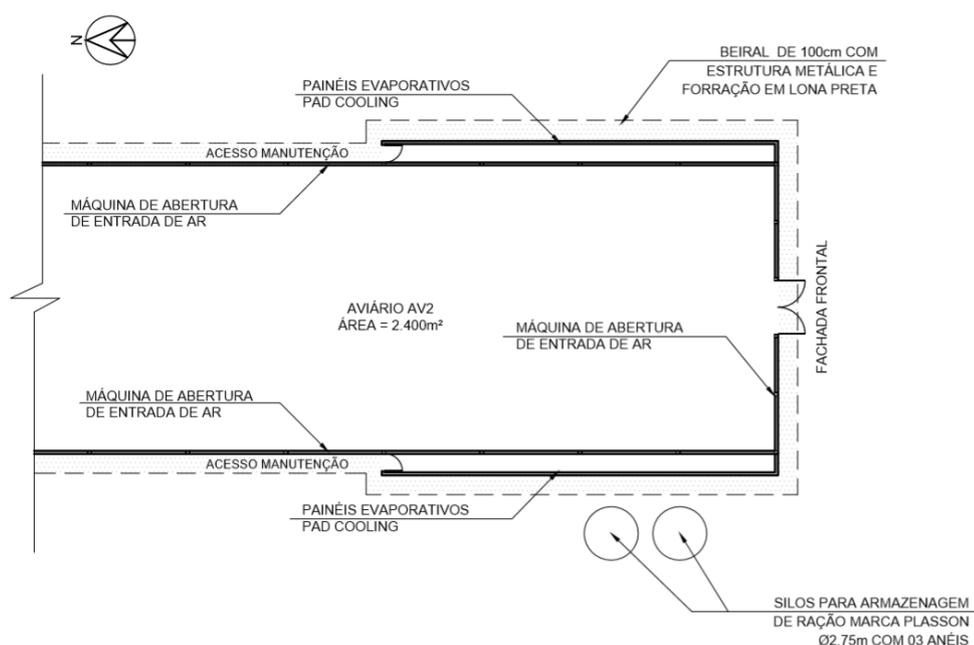


Figura 35: Planta baixa com a localização do sistema de resfriamento pad cooling.

O espaço destinado à manutenção e duto de ar refrigerado, nas laterais, possuem aproximadamente 90 centímetros de largura (Figura 36).



Figura 36: Duto de ar refrigerado (1) e painéis evaporativos de celulose, pad cooling (2). Acesso à manutenção do sistema pad cooling (3) e sistema de distribuição de água para os painéis evaporativos (4).

O sistema de ventilação do aviário AV2 é composto por 07 exaustores, da marca Plasson, os quais estão localizados nas duas faces laterais da instalação aos fundos, totalizando 14 exaustores (Figura 37 e 38).

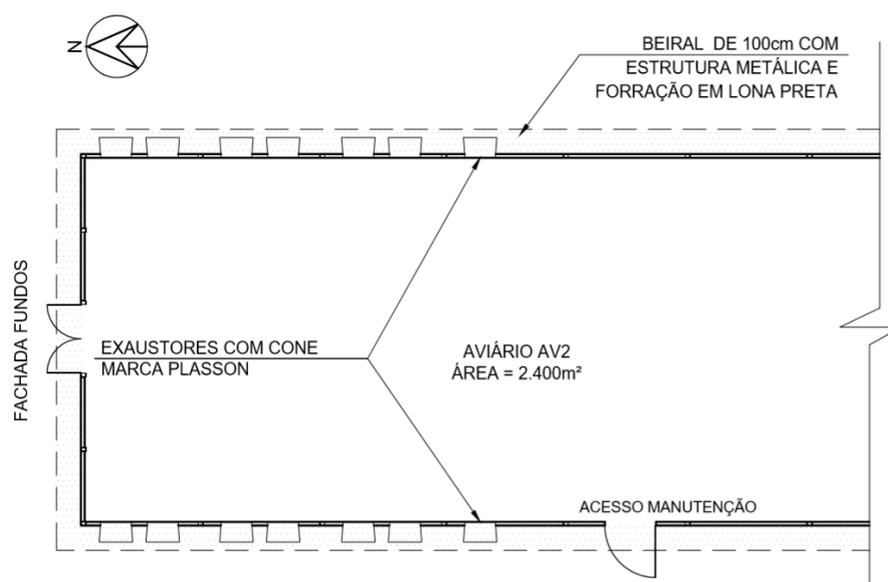


Figura 37: Planta baixa com a localização do sistema de ventilação - exaustores.



Figura 38: Sistema de ventilação – exaustores do aviário AV2.

Formado por lâmpadas de LED dimerizadas, o sistema de iluminação é distribuído por meio de 04 lâmpadas estabelecidas em 30 linhas, totalizando 120 lâmpadas. Interligado ao painel de controle o *dimmer* da marca Rotem, modelo RLD-14, determina a intensidade da iluminação interna da instalação (Figura 39).



Figura 39: Sistema de iluminação – dimmer Rotem RLD-14.

O sistema de nutrição possui as mesmas características do aviário AV1, os comedouros automáticos são da marca Plasson do tipo prato (Figura 40). O armazenamento e abastecimento desse sistema acontecem a partir de 02 silos, também da marca Plasson, formados por 03 anéis e com diâmetro de 2,75 metros. Há ainda os bebedouros dispostos no aviário, os quais são responsáveis pela hidratação das aves e aplicação de medicamentos.



Figura 40: Sistema de nutrição – comedouros e bebedouros Plasson.

O abastecimento geral de água do aviário ocorre por meio de uma caixa d'água com capacidade de 20.000 litros. Já os bebedouros e sistemas de resfriamento são fornecidos por uma caixa d'água com capacidade de 1.000 litros, a qual é abastecida pelo reservatório maior (Figura 41).



Figura 41: Sistema de abastecimento de água – reservatório com capacidade de 1.000 litros.

Como descrito anteriormente, os aviários AV1 e AV2 contam com um sistema de gerador, da marca BR Geradores, modelo Olympian GEP-150 1006TAG, com potência de 165 kVa, o qual auxilia na manutenção das instalações em caso de falha na rede elétrica. Na tabela 3, pode-se observar o resumo das características técnicas dos aviários AV1 e AV2.

Tabela 3: Resumo das características técnicas dos aviários AV1 e AV2

AVIÁRIO	AV1	AV2
Sistema de controle	FanControl, modelo CC2-C	Plasson AC-2000 PRO
Sistema de aquecimento	Forno a lenha marca Agrobona	
Sistema de resfriamento	Painéis evaporativos de celulose, <i>pad cooling</i>	
Sistema de ventilação	14 exaustores com cone marca Plasson	14 exaustores com cone marca Plasson
Sistema de iluminação	Lâmpadas de LED com <i>dimmer</i> Inobram I-800	Lâmpadas de LED com <i>dimmer</i> Rotem RLD-14
Sistema de nutrição	Comedouros e bebedouros marca Plasson	

Por fim, ao analisar a Tabela 3, nota-se que os aviários possuem apenas diferenças técnicas quanto ao fabricante do painel de controle e do *dimmer* do sistema de iluminação.

4.4. Coleta de dados

O levantamento das informações nos aviários AV1 e AV2 aconteceu em três fases distintas do alojamento, sendo elas: fase inicial, correspondente ao 3º dia de idade das aves (Figura 42), fase de crescimento, sendo o 17º dia (Figura 43) e, por fim, fase de acabamento antecedendo onze dias do abate (Figura 44). Na tabela 4, é possível verificar as datas e idade dos animais durante o período da pesquisa.

Tabela 4: Datas e idade das aves durante a coleta de dados nos aviários AV1 e AV2

		SEMANA		
		1ª	3ª	6ª
AVIÁRIO AV1	DATA DE ALOJAMENTO 02/10/2019	04/10/2019	18/10/2019	04/11/2019
	IDADE DAS AVES (DIAS)	3	17	34
AVIÁRIO AV2	DATA DE ALOJAMENTO 02/10/2019	04/10/2019	18/10/2019	04/11/2019
	IDADE DAS AVES (DIAS)	3	17	34



Figura 42: Fase inicial – 3º dia de idade da ave.



Figura 43: Fase crescimento – 17º dia de idade da ave.



Figura 44: Fase acabamento – 34º dia de idade da ave.

O lote de criação teve início em 02/10/2019 (quarta-feira) e foi finalizado após 45 dias, em 15/11/2019 (sexta-feira). Quanto à quantidade de animais alojados, o

aviário AV1 acomodou 32.100 aves e o aviário AV2, 33.700 aves, ambos da linhagem *Cobb Slow*, de sexo misto e com aproximadamente 14 aves por metro quadrado. Ao calcular a igualdade entre as duas razões, sendo área construída e número de animais abrigados, pode-se constatar que há uma diferença de proporção entre as duas instalações.

Aspectos como dimensionamento, capacidade de animais alojados, sistemas operacionais, materiais de vedação, piso, forro e cobertura, foram retratados para que, posteriormente, fosse realizada a aquisição dos resultados referente à temperatura e umidade relativa, interna e externa, e temperatura superficial das aves.

Inicialmente, a proposta da pesquisa era realizar a coleta de dados em um intervalo de 15 dias durante as três etapas de desenvolvimento do animal, porém no dia anterior ao levantamento da 5ª semana, o qual deveria ser no dia 01/11/2019 (sexta-feira), ocorreu um temporal na região ocasionando danos na cobertura do aviário AV1 (Figura 45). Deste modo, a visita foi transferida para o dia 04/11/2019 (segunda-feira) correspondendo a 6ª semana do alojamento.



Figura 45: Cobertura do aviário AV1 após temporal.

Os dois capítulos a seguir relatam os detalhes e métodos utilizados nessa fase do estudo, necessários para análise e avaliação dos efeitos dos tipos de cobertura e parâmetros de conforto térmico nas instalações avícolas.

4.5. Sistema de aquisição de dados de temperatura e umidade relativa interna e externa nos aviários

Como descrito anteriormente, os dados referentes ao ambiente térmico foram levantados em três períodos distintos, compreendendo desde a chegada dos pintainhos nas instalações, até quase o momento de saída, quando aves adultas.

De acordo com a normativa brasileira NBR 15575-1, a qual estabelece requisitos e critérios de desempenho térmico das edificações, o procedimento de medição de parâmetros de conforto, em construções ou protótipos existentes, deve ser feito no centro do ambiente e a uma altura de 1,20m do piso. Deste modo, com o auxílio de um termo-higrômetro THDL – 400 *Environment Meter*, da marca Instrutherm (Figura 46) e a partir da demarcação de 16 pontos, definidos a cada 10 metros ao longo de todo o comprimento dos aviários (Figura 47 e 48), um operador na área interna, posicionado no meio da instalação avícola, e outro na área externa coletaram, em dois períodos (manhã e tarde) e em triplicata, os resultados quanto à temperatura e umidade relativa de cada posição.



Figura 46: Termo-higrômetro THDL – 400 Environment Meter.
Fonte: MAINO, 2018.

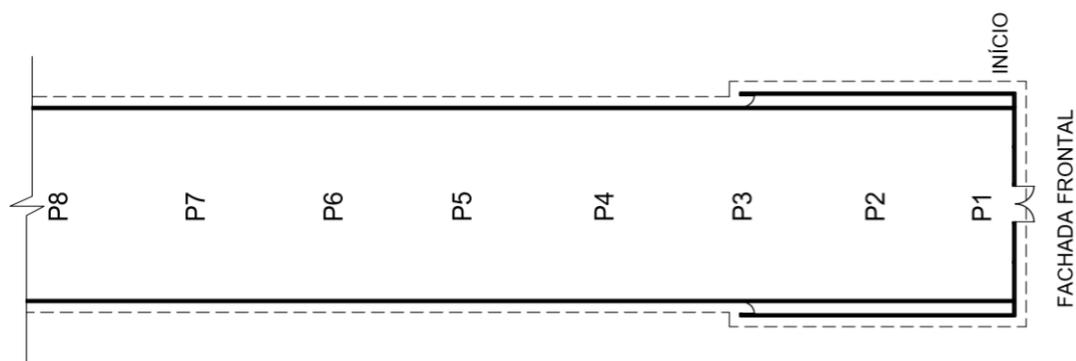


Figura 47: Croqui de localização dos pontos (P1 a P8) de coleta dos aviários AV1 e AV2.

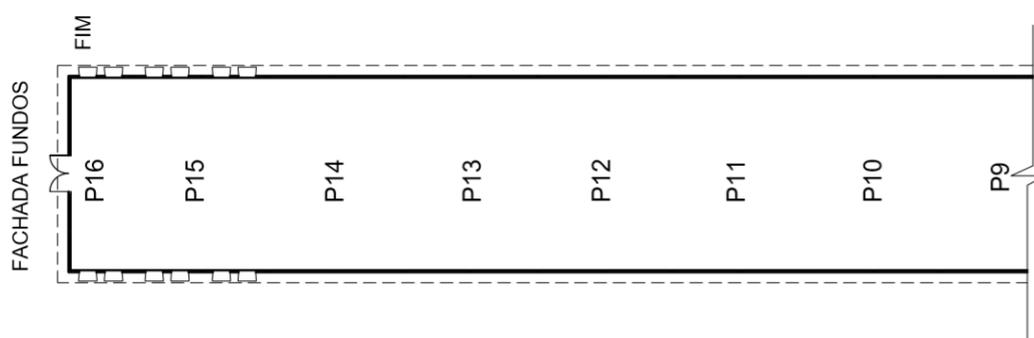


Figura 48: Croqui de localização dos pontos (P9 a P16) de coleta dos aviários AV1 e AV2.

No momento da coleta de dados, reitera-se que os sistemas de resfriamento e de ventilação, formados por painéis evaporativos de celulose e exaustores, estavam em pleno funcionamento.

Com base nas informações obtidas, foram determinadas as médias de temperatura e umidade relativa, interna e externa, por ponto e também a média geral por data de coleta ou período em cada aviário, as quais podem ser observadas nos anexos (A, B, C, D, E, F, G e H).

4.6. Sistema de aquisição de dados de temperatura superficial das aves

A análise termográfica surgiu como técnica de mapeamento da temperatura superficial das aves, principalmente por ser uma forma de medição não invasiva, propiciando também a estimativa de perda de calor (NASCIMENTO *et al.*, 2011). A técnica é extremamente relevante no cálculo das transferências de calor e massa

corporal entre as aves e o ambiente, bem como para o dimensionamento de sistemas de ventilação e resfriamento evaporativo (YAHAY *et al.*, 2004).

Da mesma forma que a aquisição de dados referente à temperatura e umidade relativa nos aviários, o levantamento da temperatura superficial das aves ocorreu nas três fases de desenvolvimento do alojamento, conforme descrito na Tabela 4 anteriormente, assim como nos mesmos períodos (manhã e tarde).

Nos pontos demarcados ao longo dos 150 metros das instalações avícolas, indicados na Figura 42 e 43, um operador situado no meio da edificação com o uso de um termovisor, da marca Irisys modelo IRI 4030 (Figura 49), e a uma altura de aproximadamente 50 centímetros do solo, registrou fotos termográficas ao acaso.



Figura 49: Termovisor Irisys IRI 4030 (1) Vista frontal (2) Vista posterior.
Fonte: MAINO, 2018.

Mediante as termografias capturadas, foram selecionadas, aleatoriamente, dez imagens de cada aviário. Além disso, com o *software Irisys 400 Series Imager* foi possível identificar a temperatura de maior relevância das aves. Por fim, foram determinadas as médias, por data de coleta e período, de cada aviário para análise e comparação dos dados.

4.7. Análise dos dados

Para a organização dos dados, a pesquisa foi dividida em dois sistemas construtivos, sendo as informações do aviário AV1 e do aviário AV2. Os resultados obtidos foram organizados na forma de Tabelas e Gráficos para análises e comparações entre as instalações avícolas.

Por intermédio de um delineamento experimental com dois tratamentos, sendo a cobertura do aviário AV1 e a cobertura do aviário AV2, e com três repetições referentes às fases de acompanhamento do ciclo de alojamento, pode-se obter os dados de temperatura e umidade relativa, além da temperatura superficial das aves. Após o levantamento, foram calculadas as médias para cada data de coleta e período (manhã e tarde), o desvio padrão e o coeficiente de variação. Com isso, foi elaborado o Teste Tukey, ao nível de 5% de significância, para a comparação dos resultados, a fim de identificar qual a diferença média significativa entre os tratamentos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação dos parâmetros de conforto térmico e temperatura superficial das aves nos aviários AV1 e AV2

Os resultados das análises dos parâmetros de conforto térmico das duas instalações avícolas podem ser verificados nos capítulos a seguir. Primeiro, foram examinados os dados referentes à temperatura e umidade relativa externa. Posteriormente, no período da manhã e tarde, foram vistoriados os dados de temperatura e umidade relativa interna e temperatura superficial das aves.

5.1.1. Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da manhã

Os valores de temperatura e umidade relativa externa dos aviários, levantados no período da manhã com o uso do equipamento THDL, estão representados na Tabela 5.

Tabela 5: Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da manhã

Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) Externa – Período da Manhã				
SEMANA	AV1	AV2	AV1	AV2
1	35,8 °C	35,0 °C	24,4 %	26,9 %
3	37,8 °C	38,0 °C	28,1 %	28,1 %
6	31,8 °C	36,5 °C	68,5 %	46,8 %
MÉDIA	35,13 °C	36,50 °C	40,33 %	33,80 %
DESV. PADRÃO	3,06	1,50	24,46	11,29
C.V. (%)	8,70	4,11	60,65	33,39

Observa-se que a maior temperatura média externa registrada foi de 38,0 °C correspondendo a terceira semana de alojamento do aviário AV2. Enquanto a menor temperatura média externa foi de 31,8 °C relacionada com a sexta semana da coleta de dados do aviário AV1. Quanto à umidade relativa externa, o aviário AV1 apresentou

o menor e maior valor médio, sendo de 24,4% na primeira semana e de 68,5% na sexta semana, respectivamente.

5.1.2. Temperatura e umidade relativa interna e temperatura superficial das aves nos aviários AV1 e AV2 no período da manhã

Como descrito anteriormente, para a análise dos dados de temperatura, umidade relativa e temperatura superficial das aves, foi elaborado o Teste Tukey, por data de coleta e período, a fim de identificar se há diferença significativa entre os tratamentos. A Tabela a seguir indica os valores médios relacionados com a primeira semana de levantamento das informações, no aviário AV1 e AV2, para o período da manhã.

Tabela 6: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na primeira semana de alojamento no período da manhã

Aviário	Temperatura interna (°C)	Umidade Relativa interna (%)	Temperatura superficial das aves (°C)
AV1	34,67 ^a	32,19B	43,95 A
AV2	33,70B	34,53A	43,64 A
Média	34,18	33,36	43,79
DMS	0,65	1,49	0,81
CV (%)	2,62	6,21	1,97

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6, é possível identificar que o aviário AV1, o qual possui cobertura com telha cerâmica de barro modelo francesa e forração em lona preta, demonstrou maior valor médio de temperatura interna, com 34,67 °C, e menor valor médio de umidade relativa interna, com 32,19%. Quando comparado com os valores encontrados no aviário AV2, que é formado por cobertura de aluzinco trapezoidal com forração em lona preta, pode-se observar, por meio do Teste Tukey, que houve diferença significativa ao nível de 5% entre as médias de temperatura e umidade relativa interna dos tratamentos (Anexo I).

Proporcionar o conforto térmico adequado na fase inicial é fundamental para o desenvolvimento das aves. Coelho (2018) destaca que as primeiras semanas do alojamento são as mais críticas, em especial os sete primeiros dias, pois é o período em que ocorre a maior taxa de formação de órgão vitais, sistema termorregulador e imunológico. O autor complementa que erros cometidos nesta fase dificilmente serão compensados na fase posterior e, com isso, podem comprometer o desempenho do animal.

Para Furlan e Macari (2008), existe uma faixa de temperatura confortável para as diferentes fases de desenvolvimento das aves. Para a primeira semana de alojamento, recomenda-se que a temperatura esteja entre 33-35 °C e a umidade relativa entre 65-70%. Conforme apresentado na Tabela 6, os dados médios de temperatura, tanto do aviário AV1 quanto do aviário AV2, estavam compatíveis com os valores tidos como ideais pela literatura. Entretanto, os valores de umidade relativa mostraram estar abaixo do indicado.

Mesmo que seja uma variável de difícil monitoramento nas instalações, Lin *et al.* (2006) destacam que uma maior atenção deve ser dedicada à faixa de umidade relativa do ar recomendada, pois o controle inadequado da umidade no interior dos aviários, além de afetar o bem-estar das aves, pode ocasionar problemas de saúde, como dermatite de contato, ascite e doenças respiratórias (MANNING *et al.*, 2007).

A respeito da temperatura superficial das aves, ainda na Tabela 6, pode-se constatar que os valores encontrados para os dois aviários não indicaram diferença significativa ao nível de 5%.

Segundo Nããs *et al.* (2010), identificar a temperatura superficial das aves e a relação com o ambiente térmico, é de primordial importância na biologia térmica, isso porque a diferença entre as temperaturas da superfície do animal e do ambiente térmico é o estímulo para a transferência de calor sensível (convecção e radiação).

Para a empresa Cobb-Vantress (2013), referência na produção e genética de frangos de corte, a temperatura interna do pintainho deve variar entre 41-42 °C durante o primeiro e o quinto dia do alojamento. A primeira semana da coleta de dados correspondeu ao quarto dia do início do lote, e o aviário AV1 – com 32.500 aves alojadas – apresentou temperatura média superficial de 43,95 °C (Figura 50) e o aviário AV2 – com 34.000 aves alojadas – de 43,64 °C (Figura 51). Deste modo, pode-se concluir que nenhuma das instalações atenderam os valores recomendados.

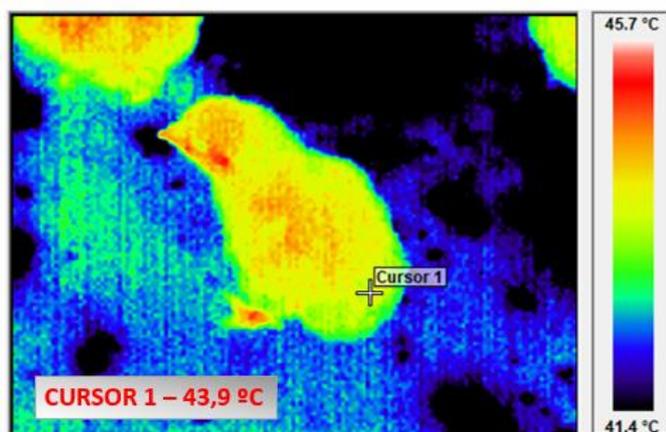


Figura 50: Termografia obtida no aviário AV1 para a primeira semana de coleta no período da manhã.

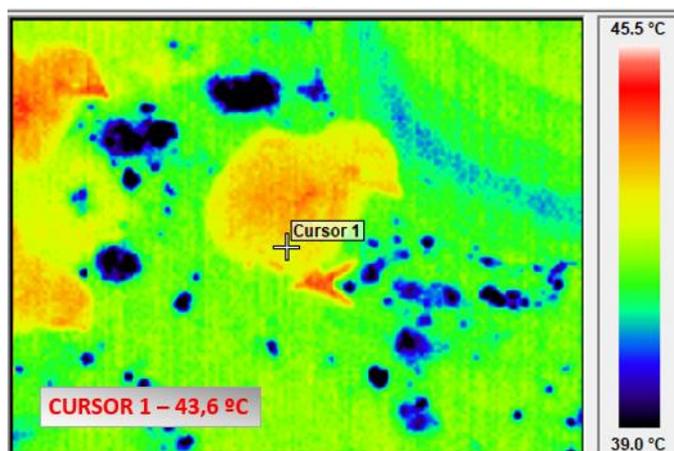


Figura 51: Termografia obtida no aviário AV2 para a primeira semana de coleta no período da manhã.

Com relação aos dados médios da terceira semana de coleta nas edificações, também para o período da manhã, a Tabela 7 indica que o aviário AV2 apontou maior valor médio de temperatura interna, com 31,90 °C, e de umidade relativa média interna, com 65,62%, com uma diferença significativa ao nível de 5% quando comparado por meio do Teste Tukey, com os valores médios do aviário AV1 (Anexo J).

Tabela 7: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na terceira semana de alojamento no período da manhã

Aviário	Temperatura interna (°C)	Umidade Relativa interna (%)	Temperatura superficial das aves (°C)
AV1	31,43 B	62,37 B	41,42 A
AV2	31,90 A	65,62 A	42,09 A
Média	31,67	64,00	41,75
DMS	0,44	2,97	1,45
CV (%)	1,91	6,42	3,69

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Quanto aos dados referentes à temperatura média interna dos aviários AV1 e AV2, representados na Tabela 7, verifica-se que não atingiram os valores recomendando pela literatura. Macari e Furlan (2001) evidenciam que a faixa de temperatura confortável para a terceira semana de desenvolvimento das aves deve ser entre 27-30 °C.

Abreu e Abreu (2011) descrevem que os valores para a umidade relativa do ar interna tidos como ideais, durante o ciclo de alojamento da ave, são de 60% a 70%. Conforme a Tabela 7, no aviário AV1, pode-se observar o valor médio de 62,37%, já no aviário AV2, o valor médio de 65,62%. Sendo assim, ambos demonstraram estar dentro do limite sugerido.

Avaliando a temperatura média superficial das aves, na terceira semana da coleta de dados, com base no Teste Tukey, entende-se que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos.

Para Boone e Hughes (1971) e Camerini *et al.* (2016), pesquisas comprovam que o aumento da temperatura corporal das aves está relacionado com a elevação da temperatura do ambiente. Ou seja, a temperatura corporal aumenta quando a temperatura do ambiente se eleva. Para os autores, as aves mantêm a temperatura corporal constante até a temperatura ambiente atingir 33 °C.

Brown-Brandtl *et al.* (2003) ressaltam que a temperatura da cloaca indica a temperatura do centro corporal da ave, ou ainda a temperatura corporal interna, que figura como um parâmetro de avaliação de conforto térmico. Em condições naturais

de temperatura e umidade, a temperatura da cloaca de frangos de corte adultos é de aproximadamente 41 °C (NASCIMENTO *et al.*, 2012; BUENO *et al.*, 2014).

Tessier *et al.* (2003) destaca que a temperatura corporal é normalmente constante nas aves, em torno de 41 °C, porém há uma diminuição sobre a zona periférica. As aves mais jovens provavelmente perdem mais calor por meio da pele que as aves adultas. Alterações significativas na temperatura associados com a idade sugerem que este fator deve ser considerado quando se compara com a temperatura superficial do animal durante seu ciclo de vida.

No aviário AV1, o registro da temperatura média superficial foi de 41,42 °C (Figura 52) enquanto no aviário AV2 foi de 42,09 °C (Figura 53).

Tal como sugere literatura, nenhuma das instalações atenderam o recomendado, entretanto o aviário AV1 ficou mais próximo do valor ideal.

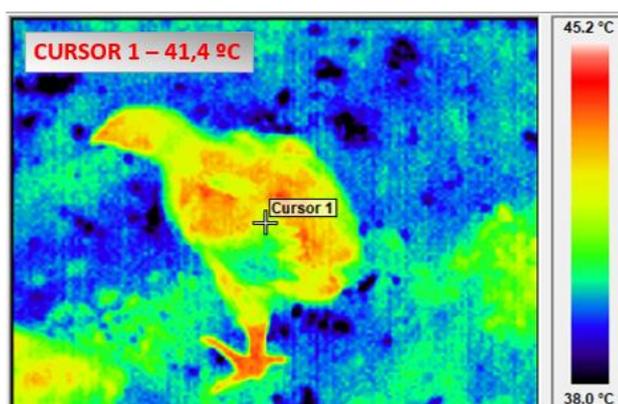


Figura 52: Termografia obtida no aviário AV1 para a terceira semana de coleta no período da manhã.

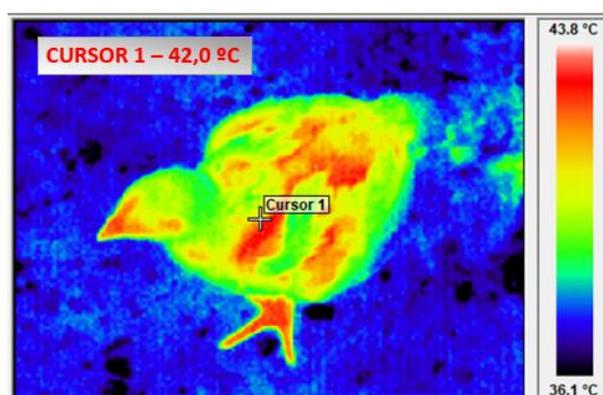


Figura 53: Termografia obtida no aviário AV2 para a terceira semana de coleta no período da manhã.

Por fim, na Tabela 8 é possível analisar os valores médios relacionados com a sexta semana de alojamento no período da manhã. O aviário AV2 apresentou maior temperatura e umidade relativa média interna, com 36,71 °C e 67,28%, respectivamente. Quando comparado com os dados do aviário AV1, por meio do Teste Tukey, pode-se identificar a existência de diferença significativa ao nível de 5% entre as médias dos tratamentos (Anexo K).

Quanto à temperatura tida como ideal, Macari e Furlan (2001) determinam que, para a sexta semana de vida da ave, a faixa de temperatura confortável deve ser entre 21-24 °C. Tanto o aviário AV1 quanto o aviário AV2 demonstraram que os valores médios para a temperatura interna estão muito acima do recomendado indicando, assim, estresse térmico por calor nas aves. Para Tinôco (1998), uma vez que a temperatura ambiente se eleva acima da zona de termoneutralidade, o animal é submetido a esse processo.

Tabela 8: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na sexta semana de alojamento no período da manhã

Aviário	Temperatura interna (°C)	Umidade Relativa interna (%)	Temperatura superficial das aves (°C)
AV1	30,92 B	38,69 B	38,99 A
AV2	36,71 A	67,28 A	37,78 A
Média	33,82	52,99	38,38
DMS	0,23	2,91	1,29
CV (%)	0,95	7,61	3,57

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Para Oliveira *et al.* (2006), quanto menor a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave adulta tem de perder calor interno pelas vias aéreas. Conforme os autores, essa situação pode aumentar a frequência respiratória do animal e, conseqüentemente, prejudicar o seu desempenho. Os valores médios para a umidade relativa interna, também apresentados na Tabela 8, do aviário AV1 foi de 38,69% e do aviário AV2 de 67,28%. Assim, conclui-se que o aviário AV2 apontou valor em conformidade com o ideal, enquanto o aviário AV1 não atendeu o recomendado pela literatura.

Para os dados da temperatura média superficial das aves, ao realizar o Teste Tukey, pode-se verificar que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos.

Tal como sugere Nascimento *et al.* (2012), Bueno *et al.* (2014) e Tessier *et al.* (2003), a temperatura corporal das aves, geralmente, é constante, em torno de 41 °C. A temperatura média superficial identificada no aviário AV1 foi de 38,99 °C (Figura 54) e no aviário AV2 foi de 37,78 °C (Figura 55). Deste modo, entende-se que os dados referentes à temperatura corporal das aves para essa idade ficaram abaixo do indicado.

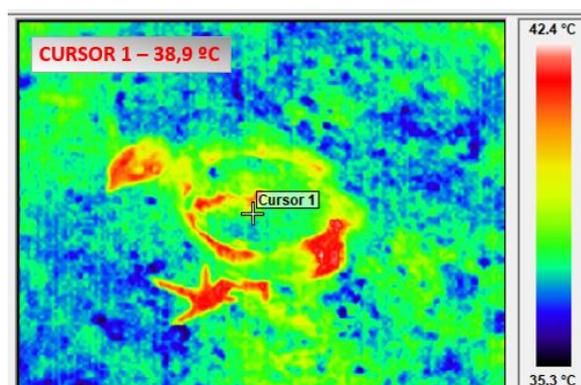


Figura 54: Termografia obtida no aviário AV1 para a sexta semana de coleta no período da manhã.

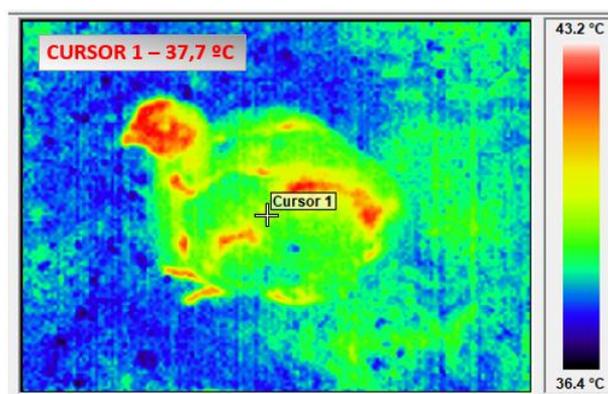


Figura 55: Termografia obtida no aviário AV2 para a sexta semana de coleta no período da manhã.

5.1.3. Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde

Os dados referentes à temperatura e umidade relativa externa coletados durante a pesquisa para o período da tarde podem ser observados na Tabela 9.

Tabela 9: Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde

Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) Externa – Período da Tarde				
SEMANA	AV1	AV2	AV1	AV2
1	36,7 °C	35,0 °C	24,0 %	26,9 %
3	34,5 °C	37,4 °C	32,1 %	21,6 %
6	37,0 °C	36,9 °C	30,6 %	33,8 %
MÉDIA	36,07 °C	36,43 °C	28,90 %	27,43 %
DESV. PADRÃO	1,37	31,27	4,31	6,12
C.V. (%)	3,78	3,48	14,91	22,30

Com base no levantamento, a maior temperatura média externa registrada foi de 37,4 °C correspondendo a terceira semana do lote do aviário AV2. Na terceira semana de alojamento das aves também foi encontrada a menor temperatura média externa, porém no aviário AV1, com valor médio de 34,5 °C.

Quanto à umidade relativa externa, o aviário AV2 evidenciou o maior valor médio para a sexta semana de coleta de dados, sendo de 33,8%, como também o menor valor médio, porém na terceira semana de vida das aves com 21,6%.

5.1.4. Temperatura e umidade relativa interna e temperatura superficial das aves nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde

O teste Tukey foi elaborado com os dados médios de temperatura e umidade relativa interna, além dos valores de temperatura superficial das aves, para cada semana de coleta e período, com o objetivo de comprovar se há diferença significativa entre os tratamentos, sendo eles cobertura do AV1 e cobertura do aviário AV2.

Na primeira semana de alojamento, no período da tarde, o aviário AV1 salientou maior temperatura média interna com 36,26 °C e menor umidade relativa média interna com 23,56%. No tocante à interação entre os dados das instalações avícolas, por meio do Teste Tukey, pode-se constatar que houve diferença significativa ao nível de 5% (Anexo L).

Conforme descrito anteriormente, Furlan e Macari (2008) descrevem que, para as primeiras semanas de vida da ave, a recomendação é que a temperatura esteja entre 33-35 °C e a umidade relativa entre 65-70%. A Tabela 10 demonstra que o aviário AV1 e AV2 registraram valores médios de temperatura interna de 36,36 °C e 35,32 °C, respectivamente. Desta forma, pode-se concluir que nenhuma das instalações estava de acordo com o indicado pela literatura, porém o aviário AV2 destacou resultado mais próximo. Quanto à umidade relativa média interna, os valores das duas edificações também não atenderam as orientações.

Tabela 10: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na primeira semana de alojamento no período da tarde

Aviário	Temperatura interna (°C)	Umidade Relativa interna (%)	Temperatura superficial das aves (°C)
AV1	36,26 A	23,56 B	44,11 B
AV2	35,32 B	32,74 A	45,23 A
Média	35,79	28,15	44,67
DMS	0,43	1,63	0,94
CV (%)	1,65	8,01	2,25

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Diferente do que ocorreu com as demais análises retratadas com os dados de temperatura superficial das aves, para a primeira semana de alojamento no período da tarde foi possível constatar que houve diferença significativa ao nível de 5% entre os valores médios dos tratamentos. No aviário AV1 – com 32.500 aves alojadas – foi identificado a menor temperatura média superficial, com 44,11 °C (Figura 56), e no aviário AV2 – com 34.000 aves alojadas – maior temperatura média superficial com 45,23 °C (Figura 57).

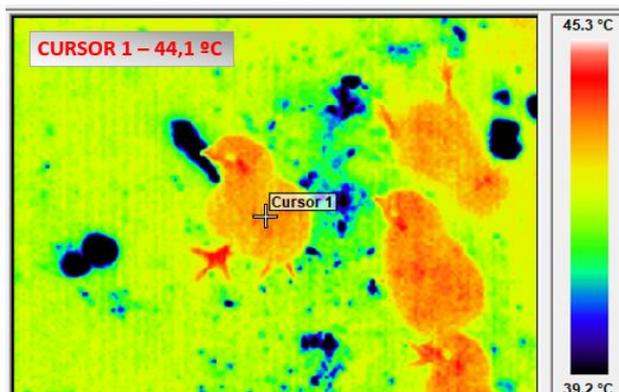


Figura 56: Termografia obtida no aviário AV1 para a primeira semana de coleta no período da tarde.

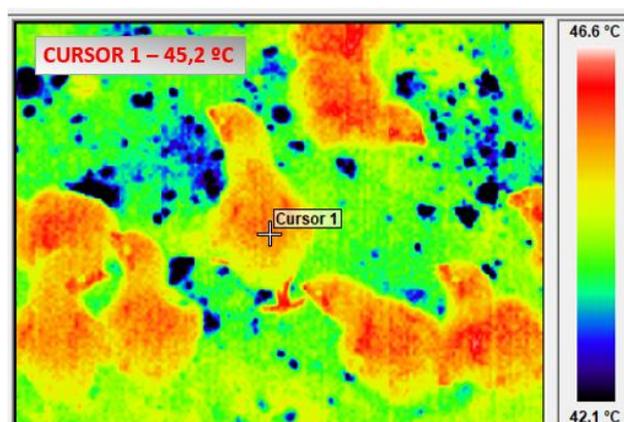


Figura 57: Termografia obtida no aviário AV2 para a primeira semana de coleta no período da tarde.

Para Cobb-Vantress (2013), a temperatura corporal da ave deve variar entre 41-42 °C durante o primeiro e o quinto dia do alojamento. Na Tabela 10, verifica-se que os aviários ultrapassaram os limites críticos definidos.

Avaliando os dados da terceira semana de coleta, também registrados no período da tarde, o aviário AV2 foi responsável pela maior temperatura média interna com 33,92 °C e menor umidade relativa média interna com 53,41% (Tabela 11). Ao elaborar o Teste Tukey, para as variáveis da terceira semana de alojamento, pode-se identificar que houve diferença significativa ao nível de 5% para os valores de temperatura média interna, porém, para os dados de umidade relativa média interna, pode-se constatar semelhança nas médias, ou seja, os tratamentos são iguais ao nível de 5% de significância (Anexo M).

Tabela 11: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na terceira semana de alojamento no período da tarde

Aviário	Temperatura interna (°C)	Umidade Relativa interna (%)	Temperatura superficial das aves (°C)
AV1	31,76 B	56,32 A	39,86 A
AV2	33,92 A	53,41 A	40,20 A
Média	32,84	54,87	40,03
DMS	0,79	4,45	1,45
CV (%)	3,33	11,24	3,86

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Para Macari e Furlan (2001), a faixa de temperatura confortável para a terceira semana de desenvolvimento das aves deve ser entre 27-30 °C. Com base nos dados descritos na Tabela 11, as duas instalações atingiram valores acima do recomendado pela literatura, sendo 31,76 °C para o aviário AV1 e 33,92 °C para o aviário AV2.

Com relação aos dados de umidade relativa interna, Abreu e Abreu (2011) definem que, durante o ciclo de alojamento, ela deve ser de 60% a 70%. Evidenciando valores médios de 56,32% e 53,41%, para os aviários AV1 e AV2, observa-se que as edificações se mantiveram abaixo do sugerido pelos autores.

Para os dados da temperatura média superficial das aves, ao realizar o Teste Tukey, é possível constatar que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos.

Pesquisadores relatam que a temperatura corporal das aves aumenta com base na temperatura do ambiente se eleva e que, em condições naturais de temperatura e umidade, a temperatura superficial para aves adultas é normalmente constante e de aproximadamente 41 °C (BOONE; HUGHES, 1971; CAMERINI *et al.*, 2016; NASCIMENTO *et al.*, 2012; BUENO *et al.*, 2014; TESSIER *et al.*, 2003).

A terceira semana de coleta, no período da tarde, registrou temperatura média superficial de 39,86 °C para o aviário AV1 (Figura 58) e 40,20 °C para o aviário AV2 (Figura 59). Ao analisar os limites indicados, pode-se perceber que nenhuma das edificações estavam de acordo com a literatura.

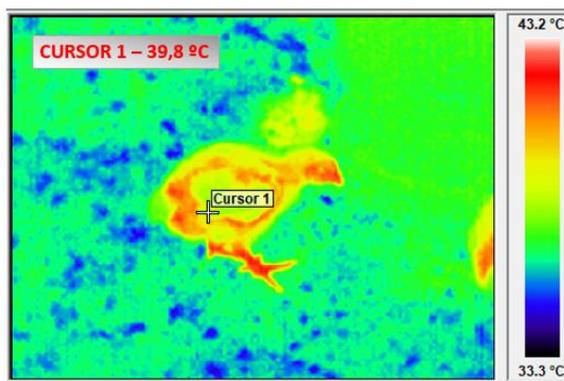


Figura 58: Termografia obtida no aviário AV1 para a terceira semana de coleta no período da tarde.

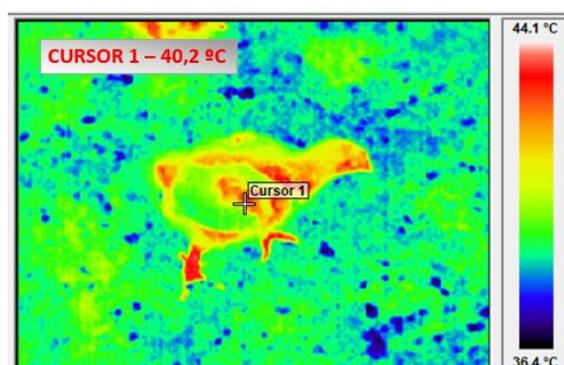


Figura 59: Termografia obtida no aviário AV2 para a terceira semana de coleta no período da tarde.

Na Tabela 12, estão definidos os resultados médios para a sexta semana do levantamento de dados, os quais demonstram que o aviário AV2 indicou maior valor de temperatura média interna com 32,12 °C e menor valor de umidade relativa média interna com 69,15%. Ao analisar os dados de temperatura e umidade relativa interna, por meio do Teste Tukey, é possível constatar que as médias não indicaram diferença significativa, ou seja, os tratamentos são iguais ao nível de 5% (Anexo N).

Tabela 12: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na sexta semana de alojamento no período da tarde

Aviário	Temperatura interna (°C)	Umidade Relativa interna (%)	Temperatura superficial das aves (°C)
AV1	32,04 A	70,06 A	39,04 A
AV2	32,12 A	69,15 A	38,04 A
Média	32,08	69,60	38,54
DMS	0,52	2,04	2,44
CV (%)	2,25	4,07	6,73

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

O manual da linhagem de aves alojadas no aviário, elaborado pela Cobb Vantress (2013), propõe que as temperaturas recomendadas para a fase final do alojamento devem ser entre 20-26 °C. Por outro lado, Macari e Furlan (2001) determinam que a faixa de temperatura confortável para a sexta semana do lote deve ser entre 21-24 °C. Tanto o aviário AV1 quanto o aviário AV2 demonstraram que os valores médios para a temperatura interna foram maiores que os tidos como ideais resultando, então, em uma condição de estresse térmico por calor nas aves.

Já os valores médios de umidade relativa interna encontrados nas instalações foram de 70,06% para o aviário AV1 e 69,15% para o aviário AV2. Quando comparados com os limites estabelecidos pela literatura de 65-70%, pode-se concluir que apenas o aviário AV2 atendeu o recomendado.

Por fim, ao comparar os dados da temperatura média superficial das aves com o Teste Tukey, é possível verificar que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos.

Considerando que a temperatura corporal de frangos de corte adultos sugerido é de aproximadamente 41 °C (BROWN-BRANDTL *et al.*, 2003; NASCIMENTO *et al.*, 2012; BUENO *et al.*, 2014). Entende-se que, para a sexta semana de coleta de dados, os resultados da temperatura média superficial tanto no aviário AV1, de 39,04 °C (Figura 60), quanto no aviário AV2, de 38,04 °C (Figura 61) estavam abaixo do limite estabelecido.

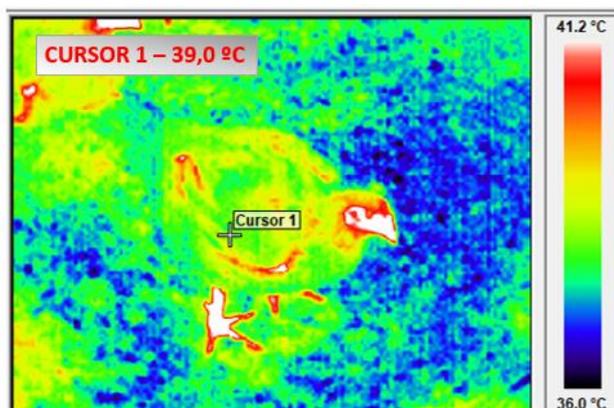


Figura 60: Termografia obtida no aviário AV1 para a terceira semana de coleta no período da tarde.

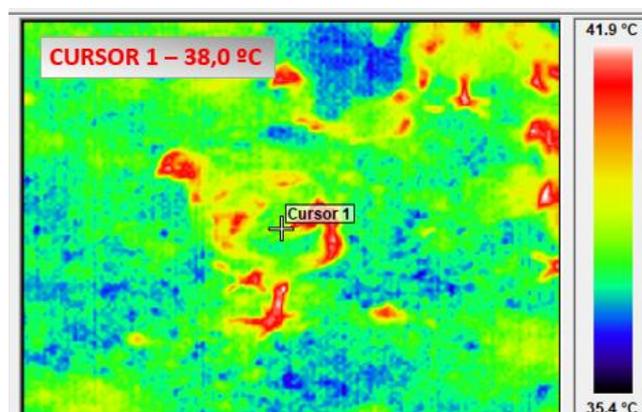


Figura 61: Termografia obtida no aviário AV2 para a terceira semana de coleta no período da tarde.

A Tabela a seguir destaca o resumo das faixas de temperatura definidas como confortáveis pela literatura, além dos valores obtidos durante a coleta de dados nas três fases do ciclo de alojamento no período da manhã.

Tabela 13: Temperatura ideal conforme faixa etária da ave e temperatura interna nos aviários no período da manhã

Semana	Faixa de temperatura confortável (°C)	Temperatura interna (°C)	
		AV1	AV2
1	35-33	34,67	33,70
3	30-27	31,43	31,90
6	24-21	30,92	36,71

Fonte: MACARI e FURLAN, 2001, adaptado pela autora.

Desta forma, é oportuno observar que, na primeira semana, os dois aviários proporcionaram valores de temperatura média interna de acordo com o sugerido pela literatura. Já para os dados de umidade relativa média interna e temperatura média superficial, nenhuma das instalações estava em conformidade, porém o aviário AV2 esteve mais próximo dos parâmetros ideais.

Para a terceira semana, tanto o aviário AV1 quanto o aviário AV2 não atingiram os valores, tal como orientado para a temperatura média interna e temperatura média superficial. Contudo, o aviário AV1 registrou resultados mais próximos. No tocante à umidade relativa média interna, ambas as edificações demonstraram estar dentro do limite indicado.

Na sexta semana de alojamento, ainda no período da manhã, o aviário AV1 e AV2 não apresentaram resultados médios para a temperatura interna e temperatura superficial, segundo o indicado pela literatura. Todavia, o aviário AV1 ficou mais próximo do sugerido. Quanto à umidade relativa média interna, somente o aviário AV2 apontou valor em conformidade com o ideal.

Na Tabela 14, é possível verificar a síntese das faixas de temperatura interna tidas como confortáveis pela literatura e os valores coletados durante as três fases do ciclo do alojamento no período da tarde.

Tabela 14: Temperatura ideal conforme faixa etária da ave e temperatura interna nos aviários no período da tarde

Semana	Faixa de temperatura confortável (°C)	Temperatura interna (°C)	
		AV1	AV2
1	35-33	36,26	35,32
3	30-27	31,76	33,92
6	24-21	32,04	32,12

Fonte: MACARI e FURLAN, 2001, adaptado pela autora.

Na primeira semana de coleta de dados, os valores de temperatura média interna e umidade relativa média interna nos aviários não estavam de acordo com o orientado, mas o aviário AV2 mostrou resultados mais semelhantes aos tidos como ideal. Sobre a temperatura média superficial, as duas instalações ultrapassaram os limites críticos definidos.

Já na terceira semana de levantamento, os aviários atingiram valores acima do recomendado para os dados de temperatura média interna e umidade relativa média interna. No entanto, o aviário AV1 destacou resultados mais similares aos indicados. Com relação aos dados de temperatura média superficial, as duas instalações não atenderam as orientações.

Para a sexta semana de coleta, também no período da tarde, a temperatura média interna proposta tanto no aviário AV1 quanto no aviário AV2 demonstrou valores maiores que os tidos na faixa de conforto térmico. Os resultados de umidade relativa média interna, quando comparados com os limites estabelecidos, só foram atendidos no aviário AV2. Os dados de temperatura média superficial nas duas instalações estavam abaixo do recomendado, porém o aviário AV1 figurou como o mais próximo do sugerido pela literatura.

6. CONCLUSÕES

Por meio do estudo realizado e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que, apesar da diferença sutil, o aviário AV1, o qual possui cobertura com telha cerâmica de barro modelo francesa com forração em lona preta, apresentou as melhores condições de conforto térmico na terceira e sexta semana de coleta de dados, no período da manhã e tarde. Enquanto o aviário AV2, com cobertura de aluzinco trapezoidal com forração em lona preta, demonstrou resultados mais próximos dos tidos como ideais apenas na primeira semana de levantamento das informações, no período da manhã e da tarde.

Para progressos em pesquisas relacionadas ao referido assunto, recomenda-se analisar a eficácia dos equipamentos que compreendem os aviários modelo *dark house*, os custos de implementação – telha cerâmica e aluzinco – e consumo energético de cada sistema produtivo durante um ciclo completo de alojamento.

REFERÊNCIAS

ABPA. **Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal 2018**. 2019. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>. Acesso em: 14 de junho de 2019.

ABPA. **Protocolo de bem-estar para frangos de corte**. 2016. Disponível em: http://abpa-br.com.br/storage/files/protocolo_de_bem-estar_para_frangos_de_corte_2016.pdf. Acesso em: 05 de julho de 2019.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Ventilação na avicultura de corte**. Documentos, 63 – Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, 2000.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Caracterização dos sistemas de aquecimento para aves**. Artigo Técnico 21 – Embrapa, Concórdia, Santa Catarina, 2002.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Caracterização dos sistemas de resfriamento evaporativo (adiabático)**. Folder Resfriamento de Aviário – Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, 2005.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Avaliação do sistema de resfriamento evaporativo por meio de *pad cooling***. Comunicado Técnico, 436 – Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, 2006.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil**. Revista Brasileira de Zootecnia. Vol. 40, p. 1-14, 2011.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. 2ª edição. Viçosa, Minas Gerais: Editora UFV, 2010.

BASSI, L. J.; ALBINO, J. J.; ÁVILA, V. S.; SCHMIDT, G. S.; JAENISCH, F. R. F. **Recomendações básicas para manejo de frangos de corte colonial**. Documentos, 107 – Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, Santa Catarina, 2006.

BEDIN, J. **Avaliação do consumo energético em aviários dark house, com e sem isolamento térmico: um estudo de caso na região de Palotina, Paraná.**

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2015.

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A.N. **A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais.** Revista Percurso – NEMO, v. 2, n. 2, Maringá, Paraná, 2010.

BEN. **Relatório Síntese do Balanço Energético Nacional.** Empresa de Pesquisa Energética. 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2019>. Acesso em: 15 de janeiro de 2020.

BIG DUTCHMAN, 2018. **Comedouro tipo prato.** Disponível em: <https://www.agriexpo.online/pt/prod/big-dutchman/product-171220-52050.html>. Acesso em 12 de julho de 2019.

BIGSAL. **Manejo Alimentar de Frangos de Corte.** Cartilha do Produtor, 2018. Disponível em: <http://bigsal.com.br/manejo-alimentar-de-frangos-de-corte.php>. Acesso em: 10 de junho de 2019.

BOONE, M.A.; HUGHES, B.L. **Wind velocity as it affects body temperature, water consumption during heat stress of roosters.** Poultry Science, v.50, p.1535- 1537, 1971.

BRIDI, A. M. **Instalações e Ambiência em Produção Animal.** 2006. Disponível em: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/InstalacoeseAmbienciae mProducaoAnimal.pdf. Acesso em: 28 de maio de 2019.

BROWN-BRANDL, T. M.; YANAGI JÚNIOR, T.; XIN, H.; GATES, R. S.; BUCKLIN, R.

A. **A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry.** Applied Engineering in Agriculture, St. Joseph, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

BUENO, L.; ROSSI, L. A. **Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto a energia, ambiência e produtividade.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental, v. 10, n. 2, p. 497-504, 2006.

BUENO, J. P. R.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; CARVALHO, C. M. C.; SILVA, M. C. A.; SILVA, P. L. A. P. A. **Características de termorregulação em frangos de corte, machos e fêmeas, criados em condições naturais de temperatura e umidade.** Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 437-447, 2014.

CAMERINI, L. N.; SILVA, R.; NASCIMENTO, J. W. B.; OLIVEIRA, D. L.; SOUZA, B. **B. Variação da temperatura superficial de aves poedeiras criadas em dois sistemas de criação utilizando termografia.** Agropecuária Científica no Semiárido, ISSN 1808.6845, v.12, n.2, p.145-152, 2016.

CARDOSO, A. S.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; CARDOSO, V. A. S. **Cobertura com materiais alternativos de instalações de produção animal com vistas ao conforto térmico.** Engenharia na Agricultura, v. 19, n. 5, 2011.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2011.

CLIMATE DATA ORG. **Location.** 2019. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/ubirata-43675/>. Acesso em 19 de julho e 2019.

CLIMAVES, 2017. **Aviário dark house.** Disponível em: <http://www.climaves.com.br/mostrar-portfolio/aviario-dark-house---cafelandia-pr/76>. Acesso em: 21 de junho de 2019.

COBB-VANTRESS. **Manual de Manejo de Frangos de Corte**. 2008. Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>.

Acesso em: 24 de junho de 2019.

COBB-VANTRESS. **Brooding guide for optimum breeder development**. 2013.

Disponível em: <http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/management-guides/broodingfundamentals-guide.pdf> . Acesso em: 03 de fevereiro de 2020.

COELHO, D. J. R. **Ambiente térmico e aéreo de aviários sólidos de frangos de corte acondicionados artificialmente para condições climáticas do Brasil e Portugal**. Dissertação (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2018.

COSTA, F. G. P.; SILVA, J. H. V.; LIMA, R. C.; OLIVEIRA, C. F. S.; RODRIGUES, V. P.; PINHEIRO, S. G. **Scientific progress in the production of monogastric in the first decade of the twenty-first century**. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 39, p. 288–302, 2010.

COSTA, D. F. **Geração de Energia Elétrica a Partir do Biogás do Tratamento de Esgoto**. Dissertação (Mestrado em Energia) Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 2006.

CURI, T. M. R. C.; VERCELLINO, R. A.; MASSARI, J. M.; SOUZA, Z. M.; MOURA, D. J. **Geoestatística para a avaliação do controle ambiental do sistema de ventilação em instalações comerciais para frangos de corte**. Engenharia Agrícola, v. 34, n. 6, p. 1062–1074, 2014.

DALMINA JUNIOR, M. J. **Comparação de projetos arquitetônicos para otimização de eficiência energética em aviários de frango de corte para o oeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2018.

DAMASCENO, F. A.; SCHIASSI, L.; SARAZ, J. A. O.; GOMES, R. C. C.; BAÊTA, F. C. **Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais.** PubVet, v. 4, n. 42, 2010.

DAVID, E.; SANTOS, F. C. C. S.; NETO, J. G. N.; ESCANO, G. M. G. **Demanda contratada e consumo de energia elétrica em unidades armazenadoras de grãos.** Revista Energia na Agricultura Botucatu, v. 31, n. 4, p. 305-311, 2016.

FERREIRA, J. C.; **Ambiência e consumo de energia em galpões *dark house* para criação de frangos de corte: uso de diferentes tipologias e materiais de fechamento lateral.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Lavras, UFLA. 2017.

FRANGO ONLINE, 2012. **Croqui ventilação por pressão negativa tipo túnel.** Disponível em: <http://frangoonline.blogspot.com/2012/03/aviario-pressao-negativa-pressao.html>. Acesso em 13 de julho de 2019.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. **Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 1, p.91–97, 2008.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. **Termorregulação.** In: Macari, M.; Furlan R. L.; Gonzales, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: Funesp, p. 209-230, 2008.

GALLO, B.B. **Dark House: Manejo x desempenho frente ao sistema tradicional.** 2009. Disponível em: <https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/dark-house-manejo-t36773.htm>. Acesso em: 12 de março de 2020.

GLATZ, P.; PYM, R. **Poultry housing and management in developing countries.** Poultry Development Review, p.1-5, 2007. Disponível em: <http://www.fao.org/3/al734e.pdf>. Acesso em: 14 de julho de 2019.

ICE HOUSE BRASIL, 2011. **Painel evaporativo sistema *pad cooling***. Disponível em: <https://icehousebrasil.wordpress.com/tag/climatizadores/>. Acesso em: 27 de junho de 2019.

INOBRAM AUTOMAÇÕES, 2018. **Painel controlador de ambiente, SMAAI 5**. Disponível em: <https://www.inobram.com.br/smaai-05>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

INTEEL AUTOMAÇÕES, 2015. **Aviário *blue house***. Disponível em: <https://inteel.com.br/servicos.php>. Acesso em: 25 de maio de 2019.

INDICADOR ECONÔMICO, 2016. **Aviário convencional com uso de cortina em rafia amarela e ventiladores**. <http://www.indicadoreconomico.com.br/custo-de-producao-da-avicultura-sobe-24-em-2016/>. Acesso em: 16 de junho de 2019.

JÁCOME, I. M. T. D.; FURTADO, D. A.; LEAL, A. F.; SILVA, J. H. V.; MOURA, J. F. P. **Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Paraíba, v. 11, n. 5, p. 527-531, 2007.

JORDAN, R. A.; TAVARES, M. H. F. **Análise de diferentes sistemas de iluminação para aviários de produção de ovos férteis**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Paraíba, v. 9, n. 3, p. 420-423, 2005.

JUCÁ, A. S. **Eletrificação Rural de Baixo Custo: norma técnica e vontade política**. Dissertação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – USP, São Paulo, 1998.

KAWABATA, C. Y.; CASTRO, R. C., SAVASTANO JUNIOR, H. **Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros**

individuais com diferentes coberturas. Engenharia Agrícola, v. 25, n. 3, p. 598-607. 2005.

LIN, H.; JIAO, H. C.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. **Strategies for preventing heat stress in poultry.** World's Poultry Science Journal, v. 62, n. 1, p. 71–86, 2006.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A. **Abate humanitário de aves.** WSPA – Sociedade Mundial de Proteção Animal, Rio de Janeiro, 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Jaboticabal: SBEA, p. 31-87, 2001.

MAINO, S. **Efeito da cobertura e envoltório no consumo de energia elétrica em aviários de frango de corte.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2018.

MANNING, L.; CHADD, S. A.; BAINES, R. N. **Key health and welfare indicators for broiler production.** World's Poultry Science Journal, v. 63, n. 1, p. 46–62, 2007.

NÃÃS, I. A. **Uso de técnicas de precisão na produção animal.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 40, p. 358-364, 2011.

NÃÃS, I. A.; SEVEGNANI, K. B.; MARCHETO, F. G.; ESPELHO, J. C. C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I. J. O. **Avaliação térmica de telhas de composição de celulosa e betumem, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida.** Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 121-126, 2001.

NÃÃS, I.A. ROMANINI, C.E.B., NEVES, D.P. **Broilers surface temperature distribution of 42 day old chickens.** Scientia Agricola, Piracicaba, v.67, p.497-502, 2010.

NASCIMENTO, L. A. B. **Análise energética na avicultura de corte: estudo de viabilidade econômica para um sistema de geração de energia elétrica eólico-fotovoltaico conectado à rede.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Pato Branco, 2011.

NASCIMENTO, S. T.; SILVA, I. J. O.; MOURÃO, G. B.; CASTRO, A. C. **Bands of respiratory rate and cloacal temperature for different broiler chicken strains.** Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 41, n. 5, p. 1318-1324, 2012.

NEUFERT, E. **Arte de Projetar em Arquitetura.** 18ª edição. São Paulo: Editora Gilli, 2014.

OLIVEIRA, L. C. **Perspectivas para a eletrificação rural no novo cenário econômico-institucional do setor elétricos brasileiro.** Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2001.

OLIVEIRA, J. E.D.; SAKOMURA, N. K., FIGUEIREDO, A. N., LUCAS JÚNIOR, J. D.; SANTOS, T. M. B. D. **Efeito de isolamento térmico de desempenho em desempenho de frangos de corte em diferentes densidades.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 29, n. 5, p. 1427-1434, 2000.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. **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.** R. Bras. Zootec., v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PLASSON, 2018. **Sistema fechado tipo nipple.** Disponível em: <http://www.plasson.com.br/livestock/site/products/chicken/product/1>. Acesso em: 28 de junho de 2019.

REMUSSI, R.; FERNANDEZ, A. M.; BIEGELMEYER, U. H.; CRACO, T.; MOTTA, M. E. V. **Consumo de energia proveniente de hidrelétricas no meio rural brasileiro:**

uma visão sustentável. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, v. 19, n. 3, p. 83-97, 2015.

RONCHI, C. **Principais práticas de manejo para aves recém-nascidas.** In: Aveworld, 2004.

ROVARIS, S. A. **Análise dos usos finais de energia elétrica na produção de frango de corte no Oeste do Paraná.** Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, Paraná, 2015.

SALES, G. T.; GREEN, A. R.; GATES, R. S.; MAIA, A. P. A.; BORGES, G. **Commissioning results for an environmental preference chamber for animals.** ASABE International Meeting, 2011, Louisville, KY. Anais [...]. Louisville, KY: 2011

SANTOS, T. M. B. **Balço energético e adequação do uso de biodigestores em galpões de frangos de corte.** Dissertação (Doutorado em Zootecnia – Produção Animal) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, 2001.

SANTOS, R. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULO, M. O.; CORDEIRO, M. B.; SILVA, J. N. **Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 142–146, 2002.

SCAHAW. **Comitê científico veterinário para saúde e bem-estar animal.** European Commission, 2000. Disponível em: <https://goo.gl/TJSXuH>. Acesso em: 30 junho de 2019.

SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves de postura.** In: SILVA, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical.* Piracicaba: FUNEP, 2001.

SILVA, M. G. **Efeito de diferentes materiais de cobertura no ambiente interno de modelos reduzidos de galpões avícolas (frangos de corte).** Dissertação

(Graduação em Agronomia) Universidade de Brasília – UNB, Brasília, Distrito Federal, 2014.

SOUZA, C. R. G.; ANJOS, F. S. **Impacto dos programas de eletrificação rural em comunidades rurais de Arroio Grande, RS**. Revista Extensão Rural, ano XIV, 2007.

SOUZA, P. **Avicultura e clima quente: como administrar o bem-estar às aves?** Avicultura Industrial, n. 5, p. 52-58, 2005.

TESSIER, M. et al. **Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography**. Poultry Science, Champaign, v. 82, n. 5, p. 846-849, 2003.

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. 01–26, 2001.

TINÔCO, I.F.F. **Ambiência e instalações para a avicultura industrial**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS. Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, p.1-86, Poço de Caldas, Minas Gerais, 1998.

VIGODERIS, R. B. **Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do Brasil**. Dissertação (Doutorado Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa – UFV. Minas Gerais, 2006.

WELKER, Janaína Schenatto *et al.* **Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização**. R. Bras. Zootec., Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1463-1467, 2008.

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

ANEXOS

Anexo A: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura interna nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

TEMPERATURA INTERNA - MANHÃ						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	35,0	32,0	33,0	33,4	37,4	31,7
P2 - 10m	34,8	31,9	32,4	32,7	36,8	31,8
P3 - 20m	34,6	32,1	32,2	32,3	36,4	30,9
P4 - 30m	34,4	32,5	31,2	31,9	36,4	30,7
P5 - 40m	34,3	32,8	31,0	31,8	36,5	30,7
P6 - 50m	34,4	33,1	30,9	31,8	36,6	30,8
P7 - 60m	34,5	33,3	30,9	31,3	36,9	30,7
P8 - 70m	34,6	33,5	31,1	31,1	37,0	30,6
P9 - 80m	34,7	33,7	31,1	31,2	36,9	30,6
P10 - 90m	34,7	34,0	31,1	31,3	36,8	30,7
P11 - 100m	34,7	34,4	31,1	31,7	37,0	30,8
P12 - 110m	34,8	34,6	31,2	31,7	36,8	30,8
P13 - 120m	34,8	35,1	31,2	31,7	36,5	30,9
P14 - 130m	34,8	35,2	31,3	31,7	36,3	31,0
P15 - 140m	34,8	35,4	31,5	32,4	36,5	31,0
P16 - 150m	34,8	35,6	31,7	32,4	36,6	31,0
MÉDIA	34,7	33,7	31,4	31,9	36,7	30,9
DESV. PADRÃO	0,19	1,25	0,60	0,61	0,29	0,35
C.V. (%)	0,54	3,72	1,91	1,91	0,79	1,13

Anexo B: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa interna nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

UMIDADE RELATIVA INTERNA - MANHÃ						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	27,9	36,7	50,0	55,3	37,2	56,3
P2 - 10m	29,0	38,6	59,7	61,7	38,4	61,7
P3 - 20m	29,7	37,5	60,9	65,6	37,3	71,6
P4 - 30m	30,6	35,3	66,7	67,8	35,0	72,1
P5 - 40m	30,4	34,6	66,5	68,0	36,6	70,7
P6 - 50m	30,3	35,4	66,5	68,4	34,5	70,6
P7 - 60m	32,9	34,1	64,9	69,9	35,4	70,3
P8 - 70m	35,6	33,7	65,8	70,3	35,9	69,3
P9 - 80m	33,7	33,9	64,0	69,8	37,6	68,6
P10 - 90m	33,8	34,5	63,1	68,3	37,8	68,3
P11 - 100m	32,5	33,4	62,4	67,6	37,5	66,7
P12 - 110m	33,2	33,1	62,6	66,9	40,2	65,7
P13 - 120m	36,0	33,9	62,3	64,7	41,4	65,8
P14 - 130m	33,7	32,5	61,4	64,2	42,4	66,4
P15 - 140m	33,6	32,9	60,9	61,3	51,3	66,3
P16 - 150m	32,1	32,4	60,3	60,1	40,6	66,1
MÉDIA	32,2	34,5	62,4	65,6	38,7	67,3
DESV. PADRÃO	2,32	1,78	4,03	4,18	4,06	4,00
C.V. (%)	7,22	5,17	6,47	6,37	10,50	5,95

Anexo C: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura interna nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

TEMPERATURA INTERNA - TARDE						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	38,0	35,6	34,1	36,4	33,3	34,5
P2 - 10m	37,7	35,3	33,1	36,2	32,6	33,9
P3 - 20m	37,3	35,1	32,6	35,5	32,3	33,1
P4 - 30m	36,8	34,9	32,3	35,1	32,1	32,5
P5 - 40m	36,6	34,8	32,0	34,6	31,9	32,3
P6 - 50m	35,9	34,8	31,7	34,3	31,8	31,9
P7 - 60m	35,8	35,1	31,3	33,9	31,7	31,9
P8 - 70m	35,7	35,2	31,1	33,5	31,7	31,7
P9 - 80m	35,7	35,4	31,0	33,3	31,7	31,7
P10 - 90m	35,7	35,7	31,1	33,1	31,8	31,6
P11 - 100m	35,8	35,6	31,2	33,0	31,8	31,5
P12 - 110m	35,8	35,5	31,3	32,9	31,9	31,5
P13 - 120m	35,9	35,4	31,3	32,8	32,0	31,4
P14 - 130m	35,8	35,5	31,3	32,8	32,0	31,4
P15 - 140m	35,8	35,6	31,4	32,7	32,0	31,5
P16 - 150m	35,8	35,6	31,4	32,6	32,0	31,6
MÉDIA	36,3	35,3	31,8	33,9	32,0	32,1
DESV. PADRÃO	0,78	0,30	0,86	1,28	0,41	0,94
C.V. (%)	2,14	0,85	2,72	3,78	1,28	2,91

Anexo D: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa interna nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

UMIDADE RELATIVA INTERNA - TARDE						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	20,8	27,7	55,1	34,6	65,0	58,3
P2 - 10m	21,2	26,7	53,9	37,7	69,1	63,8
P3 - 20m	21,3	30,1	56,1	43,7	70,8	67,9
P4 - 30m	22,2	32,7	58,1	44,6	71,4	69,4
P5 - 40m	21,8	33,5	58,9	51,2	72,1	70,8
P6 - 50m	23,4	35,0	58,4	53,9	72,4	70,8
P7 - 60m	26,7	31,8	57,8	56,5	71,7	69,9
P8 - 70m	24,4	33,2	58,1	57,7	71,3	70,8
P9 - 80m	25,8	31,2	58,2	58,8	71,3	71,6
P10 - 90m	24,4	33,9	56,5	60,2	71,1	71,8
P11 - 100m	24,1	33,1	56,6	60,0	70,7	69,4
P12 - 110m	24,2	33,1	56,3	59,8	70,1	70,5
P13 - 120m	24,0	35,2	55,7	59,0	69,3	71,1
P14 - 130m	23,7	35,2	55,0	58,8	69,0	70,7
P15 - 140m	25,2	35,5	53,4	58,6	68,5	71,1
P16 - 150m	23,7	35,9	53,0	59,5	67,1	68,5
MÉDIA	23,6	32,7	56,3	53,4	70,1	69,2
DESV. PADRÃO	1,70	2,70	1,87	8,52	1,98	3,48
C.V. (%)	7,20	8,25	3,31	15,95	2,82	5,04

Anexo E: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura externa nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

TEMPERATURA EXTERNA - MANHÃ						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	37,5	34,1	34,2	36,0	32,9	37,2
P2 - 10m	36,6	35,2	35,9	38,1	32,2	37,5
P3 - 20m	36,4	34,9	36,8	38,0	31,9	36,7
P4 - 30m	36,3	35,1	38,2	38,1	31,7	36,9
P5 - 40m	36,2	35,1	38,4	38,4	31,6	36,9
P6 - 50m	35,9	35,2	38,8	38,4	31,7	36,8
P7 - 60m	36,0	34,5	38,0	38,4	31,5	36,8
P8 - 70m	36,0	33,9	38,1	38,4	31,3	36,6
P9 - 80m	35,8	34,6	38,2	38,5	31,3	36,4
P10 - 90m	35,8	34,5	38,5	38,3	31,3	36,2
P11 - 100m	35,0	34,5	38,4	37,9	31,5	36,0
P12 - 110m	34,8	34,5	38,2	37,8	31,7	35,8
P13 - 120m	34,9	35,7	38,3	37,7	31,7	35,8
P14 - 130m	34,9	35,9	38,5	38,0	31,9	36,1
P15 - 140m	35,1	36,2	38,4	37,6	32,0	36,2
P16 - 150m	35,3	36,4	38,5	37,8	32,1	36,2
MÉDIA	35,8	35,0	37,8	38,0	31,8	36,5
DESV. PADRÃO	0,75	0,73	1,21	0,60	0,41	0,50
C.V. (%)	2,09	2,08	3,20	1,57	1,29	1,36

Anexo F: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa externa nas três semanas de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

UMIDADE RELATIVA EXTERNA - MANHÃ						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	23,8	27,6	31,3	29,9	66,7	42,1
P2 - 10m	23,7	27,1	33,7	28,1	70,0	40,8
P3 - 20m	24,5	27,3	31,2	30,2	70,6	49,1
P4 - 30m	24,2	27,9	27,3	29,3	68,5	46,4
P5 - 40m	25,8	27,9	26,8	27,2	68,3	46,2
P6 - 50m	26,8	28,5	29,0	26,9	69,4	46,2
P7 - 60m	25,0	28,3	27,8	27,3	69,5	47,2
P8 - 70m	24,0	29,2	26,5	26,5	68,9	46,8
P9 - 80m	23,8	27,6	25,8	24,8	68,7	45,3
P10 - 90m	23,9	27,2	26,6	26,1	67,4	46,0
P11 - 100m	23,4	27,4	27,1	29,6	67,8	47,6
P12 - 110m	24,0	27,1	27,4	26,7	69,2	47,3
P13 - 120m	25,1	25,3	27,2	25,8	68,2	47,1
P14 - 130m	25,1	24,9	26,6	26,9	68,0	53,4
P15 - 140m	24,1	23,8	27,1	25,4	67,3	50,0
P16 - 150m	23,6	23,3	28,9	38,1	67,3	46,7
MÉDIA	24,4	26,9	28,1	28,1	68,5	46,8
DESV. PADRÃO	0,92	1,68	2,17	3,14	1,08	2,85
C.V. (%)	3,75	6,26	7,71	11,18	1,57	6,10

Anexo G: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de temperatura externa nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

TEMPERATURA EXTERNA - TARDE						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	37,7	34,1	34,3	38,4	37,7	37,7
P2 - 10m	37,3	35,2	34,5	38,2	37,7	37,2
P3 - 20m	37,1	34,9	34,4	37,8	37,5	36,7
P4 - 30m	37,0	35,1	34,4	37,5	37,4	36,7
P5 - 40m	36,8	35,1	34,4	37,4	37,3	36,7
P6 - 50m	36,7	35,2	34,4	37,3	37,3	36,8
P7 - 60m	37,1	34,5	34,5	37,3	37,3	36,8
P8 - 70m	37,1	33,9	34,6	37,3	37,2	36,7
P9 - 80m	36,9	34,6	34,7	37,4	37,1	36,8
P10 - 90m	36,7	34,5	34,8	37,4	37,0	36,9
P11 - 100m	36,4	34,5	34,8	37,3	36,9	37,0
P12 - 110m	36,2	34,5	34,7	37,2	36,8	37,1
P13 - 120m	36,1	35,7	34,6	37,1	36,7	37,0
P14 - 130m	36,1	35,9	34,5	37,0	36,5	36,9
P15 - 140m	36,1	36,2	34,4	36,6	36,3	36,9
P16 - 150m	36,1	36,4	34,2	36,5	35,9	36,6
MÉDIA	36,7	35,0	34,5	37,4	37,0	36,9
DESV. PADRÃO	0,50	0,73	0,17	0,49	0,50	0,27
C.V. (%)	1,36	2,08	0,51	1,30	1,35	0,72

Anexo H: Tabela de médias por pontos e média geral dos dados de umidade relativa externa nas três semanas de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

UMIDADE RELATIVA EXTERNA - TARDE						
POSIÇÃO AVIÁRIO	1ª SEMANA		3ª SEMANA		6ª SEMANA	
	AV1	AV2	AV1	AV2	AV1	AV2
P1 - INÍCIO	25,9	27,6	29,6	21,8	28,2	31,8
P2 - 10m	22,9	27,1	28,7	21,1	28,2	32,0
P3 - 20m	22,5	27,3	28,8	21,6	28,4	34,9
P4 - 30m	22,7	27,9	29,6	21,6	28,0	32,8
P5 - 40m	23,9	27,9	30,2	21,4	27,5	31,8
P6 - 50m	26,2	28,5	29,4	21,2	26,7	31,4
P7 - 60m	23,0	28,3	30,3	20,9	27,2	31,7
P8 - 70m	25,3	29,2	29,1	21,0	27,7	32,8
P9 - 80m	23,2	27,6	29,6	20,7	28,3	32,9
P10 - 90m	22,5	27,4	31,1	20,6	28,5	31,4
P11 - 100m	25,1	27,4	31,4	20,8	28,9	29,9
P12 - 110m	24,4	27,1	32,2	20,9	30,1	31,5
P13 - 120m	24,6	25,3	36,0	21,3	31,9	35,0
P14 - 130m	23,9	24,9	38,4	21,9	40,7	37,2
P15 - 140m	23,6	23,8	39,8	22,5	46,3	42,9
P16 - 150m	23,8	23,3	39,4	26,5	32,2	40,9
MÉDIA	24,0	26,9	32,1	21,6	30,6	33,8
DESV. PADRÃO	1,19	1,69	3,94	1,40	5,38	3,63
C.V. (%)	4,95	6,27	12,29	6,46	17,60	10,74

Anexo I: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na primeira semana de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

 Variável analisada: TIMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	7.507812	7.507812	9.333	0.0047
erro	30	24.134375	0.804479		
Total corrigido	31	31.642188			
CV (%) =	2.62				
Média geral:	34.1843750	Número de observações:	32		

 Teste Tukey para a FV AVIARIO

DMS: 0,64762870184415 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,22423190655361

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	33.700000	a1
1	34.668750	a2

 Variável analisada: URMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	43.945312	43.945312	10.240	0.0032
erro	30	128.751875	4.291729		
Total corrigido	31	172.697188			

CV (%) = 6.21
Média geral: 33.3593750 Número de observações: 32

Teste Tukey para a FV AVIARIO

DMS: 1,49583896052694 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
Erro padrão: 0,517912225108335

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	32.187500	a1
2	34.531250	a2

Anexo J: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na terceira semana de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

 Variável analisada: TIMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	1.757812	1.757812	4.788	0.0366
erro	30	11.014375	0.367146		
Total corrigido	31	12.772187			
CV (%) =	1.91				
Média geral:	31.6656250	Número de observações:	32		

 Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 0,437510004812677 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,151481400123359

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	31.431250	a1
2	31.900000	a2

 Variável analisada: URMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	84.175312	84.175312	4.987	0.0332
erro	30	506.414375	16.880479		
Total corrigido	31	590.589688			

CV (%) = 6.42
Média geral: 63.9968750 Número de observações: 32

Teste Tukey para a FV AVIARIO

DMS: 2,9666142053331 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
Erro padrão: 1,02714650752299

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	62.375000	a1
2	65.618750	a2

Anexo K: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na sexta semana de coleta, no período da manhã, nos aviários AV1 e AV2.

Variável analisada: TIMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	268.540312	268.540312	2597.206	0.0000
erro	30	3.101875	0.103396		
Total corrigido	31	271.642187			
CV (%) =	0.95				
Média geral:	33.8156250	Número de observações:	32		

Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 0,232177540189242 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,0803880562231313

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	30.918750	a1
1	36.712500	a2

Variável analisada: URMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	6537.961250	6537.961250	401.699	0.0000
erro	30	488.273750	16.275792		
Total corrigido	31	7026.235000			

CV (%) = 7.61
Média geral: 52.9875000 Número de observações: 32

Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 2,91299505852275 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
Erro padrão: 1,00858166707841

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	38.693750	a1
2	67.281250	a2

Anexo L: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na primeira semana de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

Variável analisada: TIMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	7.031250	7.031250	20.236	0.0001
erro	30	10.423750	0.347458		
Total corrigido	31	17.455000			
CV (%) =	1.65				
Média geral:	35.7875000	Número de observações:		32	

Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 0,425618064951251 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,147363990965681

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	35.318750	a1
1	36.256250	a2

Variável analisada: URMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	674.362813	674.362813	132.664	0.0000
erro	30	152.496875	5.083229		
Total corrigido	31	826.859688			

CV (%) = 8.01
Média geral: 28.1468750 Número de observações: 32

Teste Tukey para a FV AVIARIO

DMS: 1,62794051431819 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
Erro padrão: 0,563650443907096

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	23.556250	a1
2	32.737500	a2

Anexo M: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na terceira semana de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

 Variável analisada: TIMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	37.195312	37.195312	31.081	0.0000
erro	30	35.901875	1.196729		
Total corrigido	31	73.097188			
CV (%) =	3.33				
Média geral:	32.8406250	Número de observações:	32		

 Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 0,789890016408108 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,273487792993886

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	31.762500	a1
2	33.918750	a2

 Variável analisada: URMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	67.570312	67.570312	1.776	0.1927
erro	30	1141.561875	38.052062		
Total corrigido	31	1209.132187			

CV (%) = 11.24
Média geral: 54.8656250 Número de observações: 32

Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 4,45407768596928 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
Erro padrão: 1,54215884598507

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	53.412500	a1
1	56.318750	a1

Anexo N: Tabela de análise de variância e Teste Tukey – Temperatura Interna e Umidade Relativa Interna na sexta semana de coleta, no período da tarde, nos aviários AV1 e AV2.

Variável analisada: TIMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	0.061250	0.061250	0.117	0.7346
erro	30	15.687500	0.522917		
Total corrigido	31	15.748750			
CV (%) =	2.25				
Média geral:	32.0812500	Número de observações:		32	

Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 0,522137552239442 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
 Erro padrão: 0,180782442915972

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
1	32.037500	a1
2	32.125000	a1

Variável analisada: URMA

Opção de transformação: Variável sem transformação (Y)

TABELA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
AVIÁRIO	1	6.570312	6.570312	0.819	0.3727
erro	30	240.699375	8.023313		
Total corrigido	31	247.269688			

CV (%) = 4.07
Média geral: 69.6031250 Número de observações: 32

Teste Tukey para a FV AVIÁRIO

DMS: 2,04524594726668 NMS: 0,05

Média harmônica do número de repetições (r): 16
Erro padrão: 0,708136308382786

Tratamentos	Médias	Resultados do teste
2	69.150000	a1
1	70.056250	a1
