



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS QUEIROZ

AUTOMATIZAÇÃO DA VENTILAÇÃO EM GALPÃO DE FRANGO DE CORTE
ATRAVÉS DO ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO (IEC)

FORTALEZA

2018

MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS QUEIROZ

AUTOMATIZAÇÃO DA VENTILAÇÃO EM GALPÃO DE FRANGO DE CORTE
ATRAVÉS DO ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO (IEC)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Q45a Queiroz, Marília Lessa de Vasconcelos.
Automatização da ventilação em galpão de frango de corte através do Índice Entalpia de Conforto (IEC) /
Marília Lessa de Vasconcelos Queiroz. – 2018.
168 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2018.
Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

1. Ambiência. 2. Automação. 3. Avicultura. 4. Conforto Térmico. I. Título.

CDD 630

MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS QUEIROZ

AUTOMATIZAÇÃO DA VENTILAÇÃO EM GALPÃO DE FRANGO DE CORTE
ATRAVÉS DO ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO (IEC)

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito para à obtenção do título de Doutor em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

Aprovada em: 05/07/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof^a. Dr^a. Carla Renata Figueiredo Gadelha
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Carlos Eduardo Braga Cruz
Faculdade Terra Nordeste (FATENE)

Prof. Dr. Luís de França Camboim Neto
Faculdade Terra Nordeste (FATENE)

Agradeço, primeiramente, a Deus por me abençoar sempre!

Aos meus pais pelo belo exemplo de toda uma vida dedicado às filhas. Sou grata por eles terem me ensinado o valor dos estudos, do trabalho, da persistência e da honestidade. Agradeço ao meu esposo Thiago Queiroz, que sempre me deu forças, estímulos e exemplo para que eu sempre continuasse na busca do aprendizado. Ao meu filho que, mesmo involuntariamente, me faz ter sempre coragem de seguir em frente. As minhas irmãs e companheiras e a minha Tia; A vocês meu profundo e sincero agradecimento! Fica aqui a minha gratidão, o meu carinho, o amor que sinto por vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus por ter me dado ânimo para conseguir concluir meu trabalho e por fazer com que eu nunca tenha pensado em desistir ou desanimar perante as dificuldades que surgiram. Agradeço ainda por ter me cercado de pessoas excelentes, que me auxiliaram no desenvolvimento e conclusão deste trabalho, que me deram todo apoio em momentos cruciais. Obrigada Deus por toda proteção!

Aos meus pais, que sempre me deram todo apoio e incentivo, que torceram por mim em cada fase deste percurso. Que sempre me ajudaram com seus cuidados ao meu filho, para que eu pudesse me dedicar a cumprir as minhas tarefas. Agradeço as minhas irmãs pelo apoio e incentivo. Ao meu esposo por sempre estar ao meu lado, por me ajudar em tudo que precisei e por compreender todas as ausências durante esta caminhada.

Ao meu orientador, Professor Dr. José Antonio, que me acompanha desde a conclusão do curso de Agronomia e foi meu orientador de monografia e dissertação, que me apresentou à área de estudo que mais gostei no curso de graduação inteiro, por ter compartilhado dos seus conhecimentos.

Agradeço aos professores que compõem a banca por sua disponibilidade e vontade em contribuir para o aperfeiçoamento deste trabalho. Professora Carla Gadelha, professor Germano Augusto, professor Carlos Eduardo e professor Camboim, meu muito obrigada por contribuírem com seus conhecimentos e sugestões para melhorar o trabalho!

Agradeço ao professor Daniel Albiero, por ser sempre muito solícito em me auxiliar e sanar minhas dúvidas. A professora Patrícia Verônica Pinheiro Sales Lima pela excelente disciplina ministrada sobre estatística, que fez com que eu pudesse aumentar meus conhecimentos nessa área tão importante. Obrigada também por sempre me receber quando eu tinha dúvidas.

Agradeço muito aos colegas de pós-graduação e professores do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia Daniel Gurgel Pinheiro e Flávio Roberto de Freitas Gonçalves pela construção do protótipo testado durante o trabalho. Agradeço especialmente pelos cuidados e dedicação na instalação do aparelho em campo, que foi realmente desafiador.

Um grande agradecimento para a Granja Tijuca, em especial a Nicolas Vasconcelos e Everardo Vasconcelos que disponibilizaram suas instalações para a execução do experimento. Ao funcionário Vicente, que nos ajudou em tudo que foi solicitado durante a execução experimento.

Agradeço, enfim, aos meus colegas de pós-graduação pelo companheirismo, dentre eles: Luanda, Simone, Patrícia, Lorena, Lucas Sampaio e Lucas Batista, Rafaela de Paula Melo, Natália Oliveira e Karla Lúcia Batista, obrigada pela amizade e carinho.

Agradeço em especial a Francisca Érika Magalhães de Sousa, Geovana Costa Aguiar, Luanda Rêgo de Lima, Maria Simone Mendes Peixoto e Patrícia Mirella dos Santos, que foram minhas companheiras de campo e sem elas não seria possível a conclusão deste trabalho.

Um agradecimento muito especial a Simone, que mesmo tendo sempre inúmeras tarefas para realizar, sempre encontra tempo para ajudar e socorrer um amigo. Obrigada por cada vez que você dedicou seu tempo a engrandecer o trabalho, obrigada por cada intervenção feita, pois elas foram sempre muito úteis, obrigada por cada leitura que você fez, para procurar erros que muitas vezes eu já não conseguia enxergar pelo cansaço. Obrigada por simplesmente tudo. A Lucas Sampaio também, por sempre estar disponível a me ajudar na digitação dos dados de campo para o computador e por digitar inúmeras tabelas estatísticas.

Agradeço a Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola pela oportunidade de cursar o doutorado.

Ao Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (NEambe) pelas experiências compartilhadas ao longo desses anos.

E agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de doutorado.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”

Charles Chaplin

RESUMO

A região Nordeste do Brasil apresenta condições ambientais que possibilitam a produção de frangos de corte em grande escala, contudo, as temperaturas elevadas, faz com que os mecanismos artificiais de climatização se tornem uma ferramenta primordial ao conforto térmico das aves confinadas nos galpões de criação. É comum observar que esses mecanismos são usados sem critérios, de forma que a ventilação inadequada e a nebulização excessiva poderão resultar em perdas financeiras para as granjas, uma vez que a combinação de elevadas temperaturas e umidades relativas do ar podem afetar o conforto térmico das aves. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de um Protótipo do Sensor de Entalpia de Conforto (PSEC), na automatização da ventilação e auxílio à nebulização de um galpão de frangos de corte, de acordo com o Índice Entalpia de Conforto (IEC) e comparar os valores do índice em questão com os resultados obtidos em um galpão sem automatização, em uma granja comercial situada no município de Beberibe, Ceará, Brasil. Os dois galpões, contendo inicialmente 22.500 frangos de corte da linhagem Ross, foram acompanhados diariamente a partir da 4ª semana de alojamento, sendo que neste período foram coletados dados ambientais (temperatura e umidade relativa do ar, bem como o IEC), dados fisiológicos (temperatura retal, frequência respiratória e ganho de peso corporal) e dados comportamentais. Os dados coletados das variáveis ambientais, fisiológicas e comportamentais foram confrontados, para verificação do desempenho do galpão com e sem automatização do sistema de climatização, nos turnos da manhã e tarde. De acordo com os dados das variáveis ambientais coletadas pelo PSEC, na 4ª semana a média do IEC no galpão automatizado esteve entre 52,1 a 57,7 kJ/kg de ar seco no turno da manhã e entre 57,8 a 69,9 kJ/kg de ar seco no turno da tarde. Essas médias foram inferiores ($p < 0,05$) as médias das miniestações meteorológicas, que apontaram valores de IEC entre 69,8 a 80,1 kJ/kg de ar seco. Devido, principalmente, aos baixos valores calculados de IEC, o PSEC não sinalizou necessidade de ventilação na 4ª semana, no galpão automatizado. Na 5ª e 6ª semana o PSEC obteve médias que apontaram uma condição de IEC de alerta, entretanto as miniestações meteorológicas apontaram condição crítica ou letal nos galpões. A análise das variáveis fisiológicas mostrou que, em ambos os galpões, as aves estavam em situação de estresse térmico. Através da Análise do Modo de Falha e seus Efeitos (FMEA) foram observadas as partes mais críticas para o funcionamento do PSEC e feitas recomendações de correções desses processos, para assim contribuir com o aperfeiçoamento do protótipo.

Palavras-chave: Ambiência. Automação. Avicultura. Conforto Térmico.

ABSTRACT

The Northeast region of Brazil presents environmental conditions that allow the production of broiler chicken at large scale, however, the fact that high temperatures predominate throughout the year, makes the artificial climatic mechanisms become a primordial tool for thermal comfort of the birds confined in the breeding sheds. On the other hand, it is common to observe that these mechanisms are generally used without criteria, so that inadequate ventilation and excessive nebulization may result in financial loss for farms, since the combination of high temperatures and relative humidity can affect the thermal comfort of birds. Thus, the objective of this work was to evaluate the performance of a Comfort Enthalpy Sensor Prototype (PSEC), in automation of ventilation and aid in the nebulization of a broiler chicken shed, according to the Enthalpy Comfort Index (IEC) and to compare the values of the index in question with the results obtained in an shed without automation in a commercial farm located in Ceará, Brazil. The two sheds, initially containing 22.500 broiler chickens from the Ross lineage, were monitored daily from the 4th week of accommodation, during which period were collected environmental data (temperature and relative humidity and IEC), physiological data (rectal temperature, respiratory rate, and body weight gain) and behavioral data. The collected data from environmental, physiological and behavioral variables were confronted to verify the performance of the shed with and without automation of the air conditioning system, in the morning and afternoon shifts. According to the data of the environmental variables collected by PSEC, in the 4th week the IEC average in the automated shed was between 52.1 and 57.7 kJ/kg of dry air in the morning shift and between 57.8 to 69.9 kJ/kg of dry air in the afternoon shift. These averages were lower ($p < 0.05$) than the means of the meteorological data loggers, which indicated IEC values between 69.8 and 80.1 kJ/kg of dry air. Due mainly to the low IEC calculated values, PSEC didn't indicate the need for ventilation in the 4th week in the automated shed. In the 5th and 6th week, PSEC obtained averages that indicated an alert IEC condition, however, the meteorological data loggers showed a critical condition in both sheds that differed statistically ($p < 0.05$) from the means of PSEC. The analysis of the physiological variables showed that, in both sheds, the birds were in a situation of thermal stress. Through Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) the most critical parts of PSEC were observed and recommendations were made for corrections to these processes in order to contribute to the improvement of the prototype in question.

Keywords: Environment. Automation. Poultry. Thermal comfort.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	HIPÓTESE.....	15
3	OBJETIVO	16
3.1	Objetivo geral	16
3.2	Objetivos específicos.....	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1	Avicultura no Brasil	17
4.2	Ambiência na produção de frangos de corte.....	19
4.3	Estresse térmico em frangos de corte	20
4.4	Ambiente e conforto	22
4.5	Climatização para frangos de corte	25
4.6	Índices de conforto térmico	27
4.6.1	Índice Entalpia de Conforto (IEC)	29
4.7	Uso racional dos recursos	31
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	34
5.1	Local de estudo	34
5.2	Galpões utilizados no experimento	34
5.2.1	Características tipológicas	35
5.2.2	Modelos de galpão.....	38
5.2.1.1	Galpão automatizado.....	38
5.2.1.2	Galpão tradicional	38
5.3	Protótipo do sensor de entalpia de conforto (PSEC).....	38
5.3.1	Resumo das funções do protótipo	41
5.3.2	Etapas do funcionamento do PSEC.....	41
5.3.2.1	Acionamento do aparelho e seleção da semana	41
5.3.2.2	Medição da temperatura e umidade relativa do ar	42
5.3.2.3	Cálculo do índice entalpia de conforto.....	42
5.3.2.4	Classificação do índice entalpia de conforto	42
5.3.2.5	Acionamento dos ventiladores	42
5.3.2.6	Acionamento de luzes de acordo com o índice entalpia de conforto	42
5.3.2.7	Registro dos dados coletados	43
5.4	Divisão cronológica.....	43

5.5	Divisão dos galpões.....	44
5.6	Variáveis ambientais	45
5.6.1	Temperatura e umidade relativa do ar	46
5.6.2	Velocidade do vento	47
5.7	Índice de conforto térmico para frangos de corte: entalpia	47
5.8	Variáveis fisiológicas	48
5.8.1	Temperatura retal das aves	49
5.8.2	Frequência respiratória das aves.....	50
5.8.3	Peso corporal das aves.....	51
5.9	Parâmetros comportamentais	51
5.10	Análise estatística	52
5.11	Mapas de isolinhas utilizando interpolação dos dados por krigagem	54
5.12	Análise de Efeitos e Modo de Falha (FMEA).....	56
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
6.1	Análise das variáveis ambientais	61
6.1.1	Avaliação da temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto.....	61
6.1.1.1	Avaliação da 1ª semana das aves	61
6.1.1.2	Avaliação da 2ª semana das aves	63
6.1.1.3	Avaliação da 3ª semana das aves	66
6.1.1.4	Avaliação da 4ª semana das aves	67
6.1.1.5	Avaliação da 5ª semana das aves	71
6.1.1.6	Avaliação da 6ª semana das aves	73
6.1.2	Avaliação da velocidade do vento.....	77
6.2	Análise das variáveis fisiológicas	83
6.2.1	Avaliação da temperatura retal dos frangos de corte	83
6.2.2	Avaliação da frequência respiratória dos frangos de corte.....	85
6.2.3	Avaliação do peso corporal dos frangos de corte.....	88
6.3	Análise do comportamento das aves.....	90
6.4	Análise do Modo Falha e Efeito Falhas (FMEA) do PSEC	95
6.4.1	Lista de análise do PSEC.....	95
6.4.2	Fluxograma do processo.....	97
6.4.3	Definição da prioridade das falhas	100
7	CONCLUSÃO	103

CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	104
REFERÊNCIAS	105
APÊNDICE A - ANÁLISE DE EFEITOS E MODOS DE FALHA (FMEA) DO PROTÓTIPO DO SENSOR ENTALPIA DE CONFORTO (PSEC) QUE POSSIBILITOU UMA ANÁLISE DETALHADA E PERMITIU LISTAR AS FALHAS CRÍTICAS DO PROJETO	112
APÊNDICE B - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 1ª SEMANA.....	114
APÊNDICE C - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 2ª SEMANA.....	119
APÊNDICE D - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 3ª SEMANA.....	124
APÊNDICE E- ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 4ª SEMANA.....	129
APÊNDICE F - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 5ª SEMANA.....	135
APÊNDICE G - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 6ª SEMANA.....	141
APÊNDICE H - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA VELOCIDADE DO VENTO NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA.....	147

APÊNDICE I - VARIOGRAMAS DA VARIÁVEL VELOCIDADE DO VENTO NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA, NO TURNO DA MANHÃ E DA TARDE	149
APÊNDICE J - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA RETAL DE FRANGOS DE CORTE NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA	151
APÊNDICE K - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA DE FRANGOS DE CORTE NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA.....	155
APÊNDICE L - ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DO PESO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA.....	159
ANEXO A - TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 1ª SEMANA.....	162
ANEXO B - TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 2ª SEMANA.....	163
ANEXO C - TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 3ª SEMANA.....	164
ANEXO D - TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 4ª SEMANA.....	165
ANEXO E - TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 5ª SEMANA.....	166
ANEXO F - TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 6ª SEMANA.....	167
ANEXO G- CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)	168

1 INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil teve grande desenvolvimento nas últimas décadas e atualmente é uma das atividades agropecuárias mais eficientes e importantes do país, devido ao elevado nível tecnológico empregado no setor. A avicultura é uma área muito ampla e dinâmica, podendo em geral, ser dividida nos segmentos de produção de aves de postura e de corte. A avicultura de corte, no Brasil, tem se destacado expressivamente nos últimos anos. Isso vem ocorrendo devido ao elevado crescimento do setor, impulsionado principalmente pelas mudanças de hábitos de consumo da população, que passou a substituir a carne bovina pela carne de frango, fato este relacionado a diversos fatores de competitividade que envolveu todos os segmentos do mercado em questão. Assim, no presente trabalho será destacada a atividade da avicultura de corte, que constituirá o foco do estudo.

O Estado do Ceará é um dos maiores produtores de aves na região Nordeste. Entretanto, o clima quente típico da região, na maior parte do ano, inspira maiores cuidados com fatores relacionados à homeostase das aves, pois o desconforto térmico dentro dos galpões de criação das aves pode afetar o desempenho dos animais.

Em condições de alta temperatura, comum no Estado do Ceará, os animais podem apresentar alterações fisiológicas e comportamentais, como respiração acelerada, redução no consumo de ração e aumento do consumo de água. Se as condições de estresse térmico não são revertidas, pode culminar com a morte do animal. Dentre os diversos fatores que influenciam o ambiente, os relacionados ao conforto térmico, representado principalmente, pelas variáveis temperatura e umidade relativa do ar são os que mais podem afetar o bem-estar das aves.

Para auxiliar na redução da temperatura ambiente e melhorar o conforto térmico das aves, que exigem baixas temperaturas na fase final de sua criação, é feito o uso de ventilação e nebulização nos galpões avícolas. Porém, o excesso de nebulização pode causar desconforto aos animais devido ao excesso de água pulverizada, que pode molhar demasiadamente a cama das aves, atrapalhar a respiração destas e ainda causar doenças nos lotes. As pesquisas indicam que o ambiente ideal para frangos de corte nas últimas semanas de vida, apresente temperaturas abaixo de 30°C e a umidade relativa do ar entre 60 a 70%. Porém, esta é uma condição térmica difícil de ser alcançada dentro de galpões de criação de frangos de corte, principalmente em regiões quentes como as do Nordeste brasileiro.

Além de poder causar desconforto térmico aos animais, esses mecanismos de resfriamento artificial são responsáveis por um grande desperdício de água e energia elétrica, quando usados em excesso ou sem instruções adequadas. Geralmente os galpões de criação de

frangos de corte não são supridos com o monitoramento das variáveis ambientais por meio de aparelhos específicos para este fim, o que faz com que os mecanismos de climatização sejam acionados mesmo sem necessidade. Os gastos excessivos com energia elétrica tornam a produção de frangos de corte mais onerosa e menos competitiva. E os gastos com água são substanciais, uma vez que este é um recurso vital para a produção animal, além de escasso em várias regiões do Nordeste brasileiro.

Desta maneira, o monitoramento das variáveis ambientais no interior de galpões avícolas é fundamental tanto para o controle do ambiente de criação, a fim de manter uma produção satisfatória, quanto para que a produção seja viável economicamente, e sem desperdícios, uma vez que o ambiente influencia no conforto dos animais, o que o torna determinante no sucesso da produção. Neste contexto, conhecer mais sobre o ambiente interno dos galpões é de extrema importância para os produtores, pois sua compreensão ajuda a evitar perdas relacionadas ao estresse térmico e desperdício de recursos, durante o período de criação das aves.

Partindo destas considerações, este estudo foi conduzido em busca de testar um protótipo contendo sensor de temperatura e umidade relativa do ar, para aplicar estas variáveis na fórmula do Índice Entalpia de Conforto (IEC), e assim conseguir manter o ambiente térmico mais próximo do ideal para estes animais, através do acionamento automático dos ventiladores e auxílio para ligar os nebulizadores de acordo com a condição de entalpia do ambiente.

2 HIPÓTESE

É possível a utilização de um aparelho, que através do cálculo do Índice Entalpia de Conforto (IEC), possa controlar e otimizar o sistema de ventilação e nebulização de um galpão, para manter o conforto térmico de frangos de corte nele alojados.

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo geral

Avaliar o desempenho e a funcionalidade de um sensor capaz de acionar o sistema de ventilação no interior de um galpão comercial de frangos de corte, através da avaliação do Índice Entalpia de Conforto (IEC).

3.2 Objetivos específicos

- Verificar o desempenho do protótipo do sensor de entalpia de conforto em galpões para criação de frangos de corte;
- Analisar o protótipo do sensor de entalpia de conforto por meio da Análise do Modo de Falha e seus Efeitos (FMEA) para propor modificações que melhorem o projeto;
- Monitorar e caracterizar constantemente as condições ambientais, de temperatura e umidade relativa do ar em galpões para criação de frangos de corte;
- Relacionar as variáveis temperatura e umidade relativa do ar ao Índice Entalpia de Conforto (IEC) dos galpões;
- Utilizar técnicas da geoestatística para confeccionar mapas de isolinhas do atributo velocidade do vento no interior dos galpões;
- Verificar se as variáveis fisiológicas (temperatura retal, frequência respiratória e peso corporal) dos animais indicam uma condição de conforto térmico;
- Monitorar o comportamento das aves para auxiliar na verificação do conforto térmico dos animais.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No mundo, de acordo com o Lima, Siqueira e Araújo (1995), o desenvolvimento da indústria avícola comercial se intensificou a partir do confronto mundial de 1939-1945, pois com a guerra e com a necessidade de destinar a oferta de carnes vermelhas para os soldados em combate, foi preciso aumentar a produção de carnes alternativas, de preferência de animais pequenos, que estivessem prontas para consumo em um curto espaço de tempo. Antes disso a criação de frangos era uma atividade menos intensa, mais familiar e os produtores possuíam poucos conhecimentos sobre os cuidados necessários.

4.1 Avicultura no Brasil

No Brasil a avicultura era bastante limitada, sendo conduzida como uma atividade de subsistência, e desenvolvida em bases não empresariais, como ressalta Carmo (1999). A avicultura industrial no Brasil pode ter como marco inicial o final da década de 1950, quando começaram a ser estruturados os novos galinheiros, com novos métodos de manejo, ao mesmo tempo em que o Instituto Biológico de São Paulo, entre outros, começou a ter uma intensa atuação no sentido da melhoria no combate às doenças e do controle sanitário em geral, juntamente com o surgimento das primeiras associações de avicultores e cooperativas (SORJ; POMPERMAYER; CORADINI, 2008).

Segundo Carmo (1999), a partir da década de 1960 a atividade avícola brasileira passou a desenvolver seu processo produtivo mais intensamente, e isto foi devido ao uso da melhoria genética das aves, à introdução de novas tecnologias, ao uso de instalações apropriadas, bem como à alimentação racional, e parcerias entre produtor e agroindústria, através de contratos de integração.

Os grandes avanços no desenvolvimento da atividade avícola no Brasil, também, foram atingidos graças a avanços científicos no melhoramento genético das aves, desenvolvimentos nas áreas de nutrição, manejo, sanidade e ambiência. Todos esses esforços permitiram a produção avícola se tornar uma atividade onde há intensa produção em escalas industriais. Na Tabela 1, é possível observar em ordem cronológica as mais importantes inovações tecnológicas na área da avicultura de corte, que permitiram que houvessem intensas transformações, tornando esta uma atividade mais tecnificada. Nessa tabela, Coelho e Borges (1999) fizeram uma projeção futura do que seria determinante para avanços no setor, nos

próximos anos. E eles identificaram que a diferenciação dos produtos e investimentos em propaganda seria fundamental para agregar mais valor aos produtos.

De acordo com esta tabela, de 1990 a 2000 os esforços foram voltados para correta climatização dos ambientes, para permitir que os animais expressassem melhor suas características genéticas e tivessem melhor desenvolvimento. Com o aumento das exigências sanitárias, tanto em nível nacional como internacional, bem como das novas normativas e legislações, as inovações passaram a englobar tecnologias voltadas para adequações ambientais (BASSI; SILVA; SANTOYO, 2013).

Tabela 1 – Evolução tecnológica da avicultura de corte entre os anos de 1950 a 2010

Década	Natureza	Evento
1950-1960	Genética	Cruzamentos/Híbridos
1960-1970	Sanitária	Higiene/Profilaxia/Vacinas
1970-1980	Nutrição	Programação Linear
1980-1990	Manejo	Instalações e Equipamentos
1990-2000	Meio Ambiente	Controle e Climatização
2000-2010	Marketing	Qualidade/Diferenciação

Fonte: COELHO; BORGES (1999).

O alto nível tecnológico alcançado pela avicultura nacional, notadamente a de corte, colocou a atividade em posição privilegiada em relação a outras atividades pecuárias desenvolvidas no Brasil, com nível de produtividade internacional, comparada a dos países mais atualizados no mundo (LIMA; SIQUEIRA; ARAÚJO, 1995).

A avicultura nacional tem se expandido muito nos últimos anos e é uma importante atividade geradora de renda para o agronegócio brasileiro. A avicultura tem colocado o Brasil em destaque mundial, e o país ocupa desde 2004 o lugar de maior exportador (BASSI; SILVA; SANTOYO, 2013). No mercado interno, o consumo tem se igualado ao de carne bovina, em 2007, com crescimento médio por pessoa de 2,5% ao ano (SANTOS *et al.*, 2009).

Segundo o último Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal, ABPA, publicado em 2017, atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango do mundo, 12,90 milhões de toneladas em 2016, e ocupa o importante lugar de maior exportador de carne de frango, sendo que 66% do volume total de frangos produzidos no país é destinado ao consumo interno e 34% às exportações.

O consumo *per capita* de carne de frango foi de 41,10 quilos por habitante em 2016, tendo uma queda em relação ao ano de 2014, quando era 42,78 quilos por habitante, devido à crise econômica que impactou a população brasileira. A cadeia produtiva do frango mostra-se,

a cada ano, mais consolidada e bem sucedida, principalmente pela expansão no comércio da carne de frango no mercado interno e no cenário mundial (GARCIA *et al.*, 2010).

4.2 Ambiência na produção de frangos de corte

Apesar dos ótimos índices alcançados pela avicultura nacional, o Brasil possui condições climáticas que podem limitar a produção. O Brasil, sendo localizado até a latitude de 30° sul, faixa mais quente do planeta, apresenta temperaturas médias variando entre 20 a 25°C durante o ano; fica caracterizado como um País de clima tropical e subtropical, propenso mais para o estresse por calor do que por frio, onde estas condições de “clima ideal”, não existem ou são raras (COSTA; SARAIVA; SANTOS, 2012).

O Ceará é um Estado que vem aumentando a cada ano a sua produção de frangos de corte, sendo sua maior parte voltada para o consumo interno. O estado possui condições favoráveis à produção de aves como, umidade relativa do ar moderada e elevados índices de velocidade do vento, que favorecem a criação em galpões abertos. Este tipo de galpão torna a produção mais econômica, pois é menos dependente do uso de energia elétrica, se comparado com galpões fechados, mais usados no sul do Brasil, que são completamente climatizados e dependentes do uso da energia elétrica. Porém, no Estado do Ceará predominam elevadas temperaturas durante o ano, o que prejudica o andamento da atividade. De acordo com Lavor, Fernandes e Sousa (2008) o desafio do controle térmico do ambiente interno de galpões avícolas é de fundamental importância para o sucesso da atividade em regiões como o Nordeste brasileiro, onde predominam elevadas temperaturas durante o ano todo.

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior produtividade e as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso avícola (OLIVEIRA *et al.*, 2014).

A ambiência é um conjunto de fatores que podem favorecer o conforto dos animais. O estudo da ambiência abrange o conforto ambiental dos animais (temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, etc.), conforto sonoro (sons e ruídos), conforto visual (iluminação, reflexos e sombras), conforto social (etologia) e conforto aéreo (poluição do ar e gases). O ambiente em que as aves são criadas compreende todos os elementos físicos, químicos, biológicos, sociais e climáticos que influenciam o seu desenvolvimento e crescimento (SILVA *et al.*, 2015).

Assim, podemos entender a ambiência animal como uma ciência que monitora diversas variáveis ambientais, para através dessas informações realizar alterações que

proporcionem um ambiente propício para o melhor desempenho animal. Dentre os fatores avaliados pela ambiência, os fatores relacionados ao ambiente térmico são primordiais para uma boa produtividade.

4.3 Estresse térmico em frangos de corte

O estresse é uma condição adversa que os animais podem enfrentar durante o seu desenvolvimento. Em uma observação plena de perspicácia Broom e Molento (2004) afirmam que a palavra estresse deve ser utilizada para descrever aquela porção do bem-estar pobre que se refere à falência nas tentativas de enfrentar as dificuldades. Estes autores ainda ressaltaram que se os sistemas de controle que regulam a homeostasia corporal e as respostas aos perigos não conseguem prevenir uma alteração de estado além dos níveis toleráveis, atinge-se uma situação de importância biológica diferente.

Os animais podem sofrer com diversos tipos de estresse, porém o estresse térmico é preocupante na cadeia produtiva de frangos de corte, pois causa efeito nos índices zootécnicos dos animais. O estresse térmico por calor é o mais comum no Brasil, essa situação ocorre quando um animal está submetido a temperaturas elevadas e o seu corpo produz mais calor do que pode dissipar.

É muito comum nas instalações zootécnicas observar frangos de corte submetidos a condições térmicas inadequadas. Melo *et al.* (2013) ressaltaram que, na Zootecnia moderna, é inadmissível negligenciar os aspectos relativos ao ambiente térmico, uma vez que condições que se afastam do conforto térmico, causado principalmente pelas altas temperaturas, provocam maiores desperdícios de energia produtiva. Um animal que está inserido em um ambiente em que a temperatura se encontra fora da faixa de conforto necessita desviar energia de produção para manter sua temperatura corporal constante (BENTO *et al.*, 2013).

Frangos de corte são animais muito susceptíveis aos efeitos da temperatura ambiente e todo seu desenvolvimento e crescimento vai ser em resposta as condições dos ambientes que estão inseridos. Por serem animais mais sensíveis a elevadas temperaturas, as aves sofrem inúmeras perdas, não só produtivas, mas também econômicas, principalmente na fase final de sua produção, em consequência do estresse térmico afetando na redução dos índices zootécnicos e no aumento da mortalidade (SILVA *et al.*, 2015). A grande fragilidade de frangos de corte ao estresse térmico pode ser justificada pelo seu intenso melhoramento ao longo dos anos.

A avicultura teve um intenso desenvolvimento nas áreas de genética, nutrição, manejo, sanidade, dentre outras, em um curto espaço de tempo. Este fato fez com que os animais fossem forçados a alcançar um elevado ganho de peso do nascimento ao abate, de forma cada vez mais rápida.

Na Tabela 2, está a evolução do peso de frangos de corte, de acordo com a idade, ao longo das décadas, segundo Coelho e Borges (1999). Antes dos intensos avanços na área da avicultura, um frango de corte demorava 15 semanas para alcançar 1,5 kg de peso corporal, entretanto, com os avanços o ciclo do frango passou a demorar apenas seis semanas e os animais conseguiram alcançar um peso que corresponde a quase o dobro do peso de antigamente, da década de 30.

Tabela 2 – Evolução da conversão alimentar para o frango de corte

Ano	Peso do frango (g)	Conversão alimentar	Idade (semana/dias)
1930	1500	3,50	15 semanas
1940	1550	3,00	14 semanas
1950	1800	2,50	10 semanas
1960	1600	2,25	8 semanas
1970	1800	2,00	7 semanas
1980	1700	2,00	7 semanas
1984	1860	1,98	45 dias
1989	1940	1,96	45 dias
1999	2240	1,78	41 dias

Fonte: Coelho e Borges (1999).

Assim, a alta produção de frangos foi facilitada por fatores como curto ciclo de vida das aves e a possibilidade de criação em elevadas densidades, devido ao tamanho reduzido desses animais. Melo *et al.* (2013) relataram que o alto grau de confinamento, associado aos elevados índices de desempenho, trouxe maior vulnerabilidade desses animais a elementos do ambiente.

A busca por produção intensa, em menor tempo, espaço reduzido e com baixo custo fez com que o conforto dos animais fosse prejudicado e a capacidade fisiológica dos animais ficasse sobrecarregada. Abreu *et al.* (2012) afirmaram que nas últimas décadas houve um progresso significativo na seleção genética de frangos de corte para crescimento rápido, porém, o crescimento rápido coincidiu com o desenvolvimento inferior dos sistemas de vísceras e órgãos cardiovasculares dificultando o controle do estresse térmico.

A principal dificuldade de manejo na criação adensada de frangos é o controle da temperatura nos galpões, pois, deve ser adequado às condições do tempo e ao período de crescimento dos frangos (BELUSSO; HESPANHOL, 2010). Assim, os próximos desafios para

aumentar a produção avícola nacional, deverão ser encarados através da utilização de novas técnicas, que viabilizem a escolha de linhagens cada vez mais adaptadas, bem como instalações que ofereçam ainda mais conforto aos animais e sistemas de manejo que minimizem os efeitos negativos do ambiente sobre os animais (SILVA *et al.*, 2015).

Schiassi *et al.* (2015) salientaram que frangos de corte são animais homeotermos, ou seja, possuem a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita quando sujeitos a variações do ambiente térmico, dentro de certo limite. Estes autores ainda assinalaram que para tentar equilibrar a temperatura, estes animais podem usar de adaptações comportamentais, como, por exemplo, abertura de asas, dispersão ou agrupamento em relação às outras aves.

Uma definição adequada da zona de conforto térmico pode ser indicada como sendo a faixa de temperatura ambiente em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético (NASCIMENTO *et al.*, 2014). Quando em situações de estresse térmico, algumas funções metabólicas das aves são alteradas, na tentativa de se manterem na zona de neutralidade térmica (BOIAGO *et al.*, 2013). Para condições de regiões intertropicais, o estresse térmico por calor pode causar grandes prejuízos econômicos, pois influencia consideravelmente o desempenho dos animais homeotérmicos, reduzindo assim o consumo de alimento, conseqüentemente aumentando o consumo de água, além de afetar a produção (carne e ovos) e suas funções fisiológicas e metabólicas, levando a situações extremas, como queda da imunidade e assim ocasionando altas taxas de mortalidade (SILVA *et al.*, 2015).

Assim, o ideal para frangos de corte é manter as variáveis ambientais dentro de certos limites, fazendo com que os gastos de energia metabólica para manter o equilíbrio da temperatura corporal das aves seja reduzido. A zona de conforto ideal é chamada de zona termoneutra (ZTN). Para frangos de corte esta é uma condição que requer bastante atenção, pois estes animais têm faixas de conforto diferentes a cada semana de vida, e que requer um manejo minucioso do ambiente dos galpões de criação.

Por todos estes pontos negativos o ambiente de criação de frangos de corte deve fornecer o máximo de conforto térmico, a fim de favorecer o crescimento e ótimo desenvolvimento das aves.

4.4 Ambiente e conforto

Ambientes fechados e cobertos proporcionam maior controle ambiental, pois também proporcionam proteção contra intempéries, predadores naturais, ataque de insetos,

além de ser uma barreira contra doenças, etc. Neste tipo de ambiente ainda há o benefício das variáveis ambientais serem melhor controladas, para a formação de um microclima ideal ao desenvolvimento animal. Todos os cuidados devem ser tomados com o ambiente onde os animais serão inseridos, pois como afirmaram Amaral *et al.* (2011) o ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, que busca alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo relativamente reduzidos. Ainda segundo estes autores, os fatores térmicos do ambiente, representados por temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação, são os que mais afetam os animais, pois comprometem a função vital mais importante das aves, que é a homeotermia.

Levando em conta os impactos do ambiente sobre os animais, para o melhor controle do microclima, o ideal é que os ambientes de criação sejam constantemente monitorados, para a análise de suas condições e realizações de correções, caso seja detectado problemas.

Broom e Molento (2004) assinalaram que as influências mais importantes sobre o bem-estar da maioria dos animais são as condições de vida durante a maior parte de sua vida, desta forma, se o bem-estar de um animal é pobre devido a instalações inadequadas, trata-se de situação pior que um evento doloroso de curta duração. Isto quer dizer que uma criação animal em confinamento, associada a instalações zootécnicas inadequadas podem fazer com que os animais vivam em constante estresse e não expressem todo seu potencial genético. Deste ponto de vista, a compreensão sobre a interação entre os animais e o ambiente ao qual estão inseridos é fundamental, a fim de evitar sofrimentos desnecessários aos animais e minimizar prejuízos produtivos.

Muitas das instalações animais usadas no Brasil são projetadas baseadas em instalações de regiões do país, com clima diferente, que as inviabilizam de serem usadas em outros estados. Outra falha é a construção de instalações sem que sejam feitos estudos sobre o clima do local, sem a escolha de materiais construtivos ideais para cada região e sem que seja considerada as características da espécie animal que será criada neste ambiente. O conhecimento da realidade climática da região permite o planejamento, a concepção arquitetônica e orientação dos avicultores quanto ao melhor manejo ambiental, tendo como consequência maior produtividade e redução dos custos de produção de aves por meio da adequação dos sistemas artificiais de condicionamento térmico às condições ambientais e necessidades das aves (ABREU; ABREU, 2011).

O ideal é que as instalações zootécnicas sejam bem planejadas e executadas para oferecer o ambiente mais adequado ao ótimo desenvolvimento dos animais. As adaptações nos

espaços devem ser mínimas, assim também, como a necessidade de climatização artificial. Porém, nem sempre as instalações, depois de feitas, atendem totalmente as expectativas, com isso alterações são necessárias para solucionar problemas de ambiência. Os aviários implantados no Brasil apresentam forte influência da indústria de equipamentos existentes nos países de clima temperado (USA e países da Europa); este fato, associado a pouca observância nas fases de planejamento e concepção arquitetônica, sem os ajustes necessários ao bioclima local, produz instalações que geram desconforto térmico, aumento de doenças ligadas à perda da qualidade do ar e da dependência energética (BUENO; ROSSI, 2006). Nascimento *et al.* (2014) acrescentaram que para manter a competitividade da produção avícola brasileira é imprescindível aperfeiçoar os abrigos e o manejo para superar os efeitos prejudiciais dos fatores ambientais críticos, como altas temperaturas e umidade relativa do ar.

A avicultura brasileira teve por muito tempo como característica uso de galpões abertos, para melhor aproveitamento das condições climáticas favoráveis do país, como elevada ventilação. Porém, devido à criação cada vez mais densas e a necessidade de controle total do ambiente das instalações, observa-se o uso maior de climatização artificial. Na avicultura foram criadas condições ambientais artificializadas na medida em que o progresso tecnológico propiciou maior controle produtivo, a exemplo da criação adensada de frangos em galpões climatizados (BELUSSO; HESPANHOL, 2010). Porém as criações adensadas e dependentes de meios artificiais de climatização podem gerar grandes perdas, caso haja alguma falha ou queda de energia. Uma causa recorrente da mortalidade de frangos é a ocorrência de alta temperatura (dias ou noites quentes) e de insuficiência do sistema de climatização (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

Como estratégia para adequar o ambiente térmico no interior das instalações às exigências de conforto térmico das aves, a climatização é uma saída eficiente e desse modo, são considerados sistemas de climatização, aqueles que utilizam equipamentos de ventilação, nebulização, painéis de resfriamento adiabático e aspersão de água sobre a cobertura (MACHADO *et al.*, 2012).

Um dos inconvenientes do excesso de tecnologias para climatização é a dependência da energia elétrica e menos dependência do homem. O fornecimento ininterrupto de energia elétrica é, portanto, fundamental nesta atividade (BELUSSO; HESPANHOL, 2010). Estes fatos demonstram a necessidade de constante monitoramento das instalações.

4.5 Climatização para frangos de corte

A maioria das aves, em fase de produção, tem seu potencial de termorregulação melhor desenvolvido para reagir ao frio e conseqüentemente, em ambientes onde a temperatura é crítica para ave, torna-se importante reduzi-la, através do controle do ambiente da edificação (BENTO *et al.*, 2013). De acordo com Bueno e Rossi (2006) a ave adulta é um animal que se adapta melhor a ambientes frios, pois seu sistema termorregulador é mais adequado para reter calor que para dissipá-lo.

Em parte do Brasil, as condições de baixa temperatura requeridas por aves adultas são difíceis de serem atingidas, especialmente em regiões quentes como o Nordeste. Assim, apesar dos atuais galpões de criação de frangos de corte contarem com sistemas de climatização, muitas vezes bem sofisticados, estes nem sempre garantem um ambiente ótimo para o bom desenvolvimento das aves. Tendo em vista estas dificuldades, Santos *et al.*, (2009) afirmaram que temas como o conforto térmico relacionado com o bem-estar animal passaram a ser incorporados ao negócio avícola, como condições imperativas para a manutenção da atividade.

Devido a importância do conforto térmico, Silva *et al.* (2014) ressaltaram que as condições climáticas de regiões tropicais têm interferido negativamente na produtividade e na qualidade da criação de frangos de corte devido às altas temperaturas, que é o fator físico que mais afeta o desempenho desses animais. Assim, nos climas tropical e subtropical, é indispensável o estudo das características ambientais de cada região (WELKER *et al.*, 2008).

Na tentativa de redução da temperatura é feito uso de nebulização, para reduzir as elevadas temperaturas no interior dos galpões, pois como apontam Costa, Saraiva e Santos (2012) a umidade relativa do ar tem uma correlação negativa com a temperatura do ar. A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar e quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

Geralmente a nebulização das instalações é feita sem critérios, sem que haja consultas a aparelhos de medição das variáveis ambientais, para quantificar a real necessidade deste artifício. Essa nebulização feita de forma empírica pode ser muitas vezes exagerada e causar mal as aves. Nascimento *et al.* (2014) ressaltaram que em um sistema fechado a umidade relativa tende a ser maior.

Entre os fatores ambientais, os fatores térmicos, representados, principalmente, pela temperatura e pela umidade relativa do ar, são os que afetam mais diretamente as aves, pois

comprometem a manutenção da homeotermia, uma função vital alcançada por meio de processos sensíveis e latentes de perda de calor (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Apesar da temperatura do ar ser uma variável ambiental importante e mais lembrada, quando se fala de conforto térmico, pela sua influência nas perdas de calor sensível (condução, convecção e radiação), a umidade relativa do ar é uma variável que tem o potencial de piorar a condição térmica do ambiente e prejudicar o conforto dos animais.

O desconforto causado pelo excesso de umidade é ainda mais intenso dependendo da espécie animal. Oliveira *et al.* (2006) ressaltaram que em temperaturas ambientais de até 21°C, imperam nas aves as perdas sensíveis de calor por meio dos processos de radiação, condução e convecção. Estes autores ainda afirmaram que em temperaturas mais elevadas, aumenta a perda de calor por evaporação, principalmente, pelo trato respiratório.

Frangos de corte são animais que tem seu principal meio de troca de calor através da respiração (calor latente), já que quase não possuem glândulas sudoríparas. Esta via é característica das espécies pouco dotadas de glândulas sudoríparas (ABREU; ABREU, 2011). Em ambientes muito quentes as aves aumentam sua frequência respiratória e o suor secretado através do trato respiratório é transformado em vapor, pela mudança de estado da água de líquida para vapor. Quando acontece essa vaporização da água ocorre a liberação de calor do corpo do animal para o ambiente. Assim, quando a umidade relativa do ar alcança níveis muito elevados, o ar fica muito saturado de água e isso dificulta a vaporização da água do corpo do animal para o ambiente.

Silva e Vieira (2010) afirmaram que umidade elevada (acima de 85%) certamente dificultará as trocas térmicas das aves, pois a evaporação da água passa a ser limitada em função da quantidade de vapor d'água na atmosfera e quando isto acontece, as aves apresentam dificuldades de trocas térmicas com o meio, aumentando o estresse térmico e consequentemente as perdas por mortalidade.

Ponciano *et al.* (2011) relataram que quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Como a taxa de respiração é praticamente constante, a dissipação de calor por evaporação varia com o teor de umidade do ar (ABREU; ABREU, 2011). Para se defenderem das altas e baixas temperaturas, as aves alteram seu comportamento e utilizam recursos fisiológicos (SARMENTO *et al.*, 2005). Assim, em ambientes muito quentes as aves aumentam a frequência respiratória na tentativa de aumentar as trocas térmicas. Segundo estudos de Trindade, Nascimento e Furtado (2007) o desconforto térmico em aves provoca uma série de consequências como a queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior

consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar que ocasiona queda na produção. Se as más condições térmicas forem prolongadas os animais podem entrar em colapso e morrer.

Além de afetar a respiração, através do desconforto térmico, o excesso de umidade pode causar mais problemas em frangos de corte. Silva (2000) ressaltava que a existência de uma capa de cobertura (penas) acarreta diversas complicações no processo evaporativo, pois a umidade evapora de forma mais eficiente numa superfície lisa e sem pelos. Ainda segundo este autor, isto acontece porque a pena fixa junto à epiderme uma camada de ar imóvel, aprisionada entre as malhas dos pelos e na qual a pressão de vapor atinge níveis de saturação a uma temperatura próxima à da superfície cutânea. Este autor ainda relatava que em ambiente quente e muito úmido, a evaporação se processa lentamente, reduzindo a termólise e aumentando o estresse de calor, principalmente porque a termólise por convecção é ineficaz quando diminui o diferencial de temperatura entre a superfície do corpo e a atmosfera.

Silva *et al.* (2013) destacaram a importância do uso da ventilação, afirmando que a ventilação é usada para remover o ar úmido, quente do interior do ambiente protegido e substituído por um ar mais fresco proveniente do ambiente externo, tendo como real interesse o alcance de uma temperatura ideal, ou o controle desta, para o desenvolvimento da produção. Assim, o uso dos nebulizadores deve ser bem administrado com o uso de ventilação adequada.

Desta maneira, o controle das variáveis ambientais dentro dos galpões deve ser mais preciso, sobretudo os valores de umidade relativa do ar, para que a nebulização possa trazer benefícios e não prejuízos. Devido ao grande impacto da umidade relativa do ar no conforto térmico e produtividade animal, esta é utilizada em diversos cálculos de índices de conforto térmico.

4.6 Índices de conforto térmico

Os índices de conforto térmico buscam primordialmente determinar condições ambientais (zonas e condições de conforto térmico) sob as quais os usuários de uma edificação estarão em estado de bem-estar (LIMA *et al.*, 2005). Os índices de conforto térmico animal são criados para auxiliar na avaliação dos ambientes a que os animais estão inseridos e verificar se esses ambientes precisam de adaptações ou não. Os índices de conforto térmico são utilizados para quantificar e qualificar o desconforto térmico animal, que por sua vez, podem estar relacionados às respostas fisiológicas e desempenho produtivo das aves, sendo um método de avaliação indireto e relativamente prático (DAMASCENO *et al.*, 2010).

Os índices definem uma zona de conforto ideal para cada espécie animal e a zona de conforto pode mudar de acordo com cada fase produtiva dos animais. Quando as zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies de animais são identificadas, os animais têm menos prejuízos produtivos.

Segundo Perissinotto *et al.* (2005) os Índices de Conforto Térmico foram desenvolvidos para caracterizar ou quantificar as zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies animais, apresentando, em uma única variável, tanto os fatores que caracterizam o ambiente térmico que circunda o animal, como o estresse que tal ambiente possa estar causando no mesmo.

Para que um índice de conforto térmico possa ser mais amplamente aplicado na prática, é fundamental que sejam fáceis, práticos e diretos. Os cálculos realizados para a obtenção dos índices de conforto térmico devem utilizar, preferencialmente, variáveis fáceis de serem coletadas, que possam ser adquiridas com a utilização de equipamentos simples e que sejam coletadas rapidamente. Devido à dificuldade de aquisição de dados, da exigência de equipamentos mais sofisticados e difíceis de serem usados na prática, alguns índices caíram em desuso e têm, atualmente, interesse meramente histórico e alguns são usados somente no meio acadêmico.

No desenvolvimento de um índice de conforto térmico levam-se em conta os fatores meteorológicos relevantes para a criação de certo animal e se ressalta o peso que cada fator possui dentro desse índice, conforme sua importância relativa também ao animal (PERISSINOTTO *et al.*, 2005). Cada variável tem um impacto diferente entre cada espécie animal. Assim, nem sempre um índice vai ser eficiente para mensurar o conforto térmico de toda espécie animal. Algumas espécies, dependendo de sua importância e relevância podem ter mais de um índice para quantificar o desconforto térmico. De acordo com Martello (2006) os índices de conforto térmico, geralmente, são determinados por meio de dois ou mais fatores climáticos e procuram caracterizar em uma única variável o estresse a que os animais estão submetidos.

Para que os índices sejam utilizados é necessário que sejam conhecidos os limites de conforto térmico de cada espécie e nem sempre esses valores são conhecidos. Segundo Queiroz (2014) os limites de conforto térmico são difíceis de ser adquiridos, pois requerem estudos com os animais em cada fase do seu desenvolvimento para avaliar os limites que toleram, uma vez que cada animal tem uma zona de conforto e esta varia de acordo com a fase de desenvolvimento do animal. Esta autora ressalta que frangos de corte, por serem uma espécie amplamente estudada e devido a sua importância na alimentação e economia mundial, tem esses

limites conhecidos e disponíveis na literatura. A influência do ambiente térmico nas aves varia com a espécie, idade, peso corporal, sexo, atividade física e consumo alimentar (COSTA; SARAIVA; SANTOS, 2012).

Segundo Macari e Furlan (2001), os valores ótimos e críticos de temperatura e umidade relativa do ar, para cada semana de vida de frangos de corte estão disponíveis na Tabela 3. Podemos observar que a cada semana os limites de temperatura do ar toleradas por frangos de corte são alterados e isso ocorre porque a fisiologia dessa espécie se modifica a cada semana. Assim, para cada espécie deve ser conhecido os valores ideais para cada fase de desenvolvimento.

Tabela 3 – Valores ótimo e crítico de temperatura e umidade relativa do ar tolerados por frangos de corte em cada semana de vida

Idade	Temperatura (°C)				Umidade relativa do ar (%)	
	Ótima		Crítica		Ótima	Crítica
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima		
1ª semana	35	33	42	30		
2ª semana	33	30	40	25		
3ª semana	30	27	38	23	60	< 40 e > 80
4ª semana	27	24	37	20		
5ª semana	25	21	36	17		
6ª semana	24	21	35	15		

Fonte: Macari e Furlan (2001).

Na fase inicial de vida, frangos de corte são bastante sensíveis a baixas temperaturas, que podem comprometer negativamente seu desenvolvimento, podendo levar a enormes prejuízos financeiros (SCHIASSI *et al.*, 2015). Dentre os índices existentes a entalpia é a mais recomendada e utilizada atualmente para o cálculo do conforto térmico de frangos de corte.

4.6.1 Índice Entalpia de Conforto (IEC)

A primeira fórmula para o cálculo da entalpia foi proposta por Albright (1990). A Entalpia é a quantidade de energia interna em relação a um ponto de referência. A antiga equação da entalpia (H) era calculada de acordo com a Equação 1:

$$H = 1,006.tb_s + w.(2501 + 1,805.tb_s) \quad (1)$$

Onde:

tbs é a temperatura de bulbo seco do ar, em °C;

w é a razão de mistura, em kg vapor de água.kg ar seco⁻¹;

Quanto maior o valor da entalpia, maior é o calor no ambiente e maior o desconforto dos animais. A primeira equação proposta da entalpia não usa diretamente em seu cálculo a variável umidade relativa do ar (UR) e sim a razão de mistura, que não pode ser medida de forma direta. Essa equação acabou em desuso e outra equação da entalpia foi proposta.

A nova fórmula da entalpia (h) foi reformulada por Barbosa Filho *et al.* (2007). Essa nova fórmula é composta pelas variáveis tbs (°C) e UR (%). A segunda fórmula da entalpia pode ser vista na Equação 2:

$$h = 6,7 + 0,243 .tbs + \left\{ \frac{UR}{100} .10^{\frac{7,5.tbs}{237,3+tbs}} \right\} \quad (2)$$

Onde:

tbs é a temperatura de bulbo seco do ar, em °C;

UR é a umidade relativa do ar, em %.

A segunda fórmula da entalpia levou em conta, na sua formulação, a utilização de variáveis simples e de fácil aquisição, o que pode ter contribuído para disseminar seu uso e tornar este um índice de conforto térmico viável.

A partir da segunda equação da entalpia, foram desenvolvidas por Barbosa Filho *et al.* (2007) seis Tabelas de Entalpia, uma para cada semana de vida de frangos de corte. Essas tabelas serviram para a classificação prática do IEC. Segundo Barbosa Filho *et al.* (2007) as Tabelas de Entalpia foram desenvolvidas com a intenção de consolidar a utilização da entalpia para se proceder à avaliação de ambientes internos de criação de frangos de corte, devido principalmente a facilidade de uso e a funcionalidade e aplicabilidade. Ainda de acordo com estes autores as Tabelas de Entalpia fornecem rapidamente uma ideia de como está o ambiente interno em galpões de criação de frangos de corte, em determinado momento. Conhecer mais sobre o ambiente interno dos galpões é de extrema importância para os produtores, pois sua compreensão ajuda a evitar perdas, relacionadas ao estresse térmico, durante o período de criação das aves (QUEIROZ, 2014).

A interpretação dos valores de entalpia consiste em classificá-los entre quatro faixas de conforto. As Tabelas de Entalpia são divididas em 4 faixas distintas: a de conforto (cor verde), a intermediária (cor amarela), a crítica (cor laranja) e a letal (cor vermelha). Para frangos de corte foram criadas seis tabelas, cada uma corresponde a uma semana de vida desses animais.

A fórmula de entalpia continuou a ser avaliada e houve mais um aperfeiçoamento da equação, com o objetivo de torná-la mais funcional. A nova equação foi reformulada por Rodrigues *et al.* (2010) e a nova fórmula pode ser vista na Equação 3:

$$h = 1,006.t + \frac{UR}{PB} \cdot 10^{\left(\frac{7,5.t}{237,3+t}\right)} \cdot (71,28 + 0,052.t) \quad (3)$$

Onde:

h é a entalpia, em kJ/kg ar seco;

t é a temperatura, em °C;

UR é a umidade relativa do ar, em %;

PB é a pressão barométrica local, em mmHg.

Além da temperatura e umidade relativa do ar, na nova equação da entalpia foi acrescentada a variável pressão barométrica. De acordo com os autores Chu *et al.* (2005) e Chu (2008) estas propriedades são fundamentais para o cálculo correto do índice de conforto térmico e para o conhecimento das condições termorregulatórias dos animais, e é uma variável direta para se projetar sistemas de condicionamento térmico. A entalpia é a energia contida no ar úmido, por unidade de massa de ar seco, sendo expressa em kJ/kg de ar seco (SILVA *et al.*, 2008).

Uma vez que se tem conhecimento de qual o ambiente ótimo para os animais, deve-se trabalhar o uso de ferramentas que possibilitem o ambiente ficar mais próximo possível da condição ideal para melhorar as respostas fisiológicas e desempenho produtivo das aves. Essas ferramentas devem proporcionar o uso racional dos recursos, gerando economia.

4.7 Uso racional dos recursos

Nos últimos anos, os recursos naturais e renováveis têm sido o foco de inúmeras pesquisas, impulsionadas pelo aumento das preocupações com o meio ambiente, muito por causa de problemas ecológicos (ABREU; ABREU, 2011). Esses autores ainda relataram que

em termos energéticos, o maior desperdício de energia se concentra nas atividades que envolvem o aquecimento, a ventilação, a umidificação para controle de temperatura ambiente e os sistemas de iluminação.

Deve-se fazer com que o ambiente seja verdadeiramente confortável e que também, leve em conta a melhor eficiência produtiva, especialmente em termos de economia de energia gasta no processo de criação das aves (CASSUCE, 2011). Segundo Turco, Ferreira e Furlan (2002) o consumo e o custo de energia elétrica no setor avícola são importantes no momento atual em que os avicultores do país estão diante de mercados altamente competitivos e neste sentido, torna-se fundamental a redução dos custos de produção, em que estão incluídos os gastos com energia elétrica. Para que este setor continue obtendo progresso e seja cada vez mais competitivo, é necessário que a produção seja maximizada e as perdas reduzidas.

Além da redução com os custos da energia elétrica, os produtores devem fazer uso racional da água, principalmente, em locais onde este recurso é escasso, como na região nordeste do Brasil. Segundo o Programa Nacional de Uso Sustentável da Água (2010) o Brasil é detentor de reservas volumosas de água doce, no entanto existem diferenças regionais de disponibilidade hídrica e, devido à elevada demanda e ao comprometimento da qualidade da água, já podem ser identificados inúmeros conflitos, além da preocupação quanto a futuros cenários de escassez.

Bassi, Silva e Santoyo (2013) observaram em sua pesquisa que os problemas atuais da cadeia produtiva de aves estão relacionados ao metabolismo das aves e ao stress, derivados da evolução genética, nutrição, criação, à falta de mão de obra operativa, aos altos custos de energia e à carência de água em quantidade e qualidade. Ainda segundo essa pesquisa, os desafios futuros serão a disponibilidade e qualidade de água, a falta de mão de obra, a criação de alternativos nutricionais substitutos dos grãos, a energia elétrica, os aspectos ambientais e a alta tributação do setor.

A avicultura tem grande potencial de expansão, no entanto, de acordo com Belusso e Hespanhol (2010) a possibilidade de ampliar a estrutura produtiva está atrelada à opção particular dos agricultores e às condições de custear tal investimento. Estes autores ainda ressaltaram que além de o custo ser caro, há outros obstáculos, tais como: em relação à disponibilidade de mão-de-obra; escassez de água; falta de área disponível no estabelecimento.

A atividade avícola deve ter como meta a conservação dos recursos naturais, pois caso a conservação não ocorra, corre-se o risco de transformar o que hoje é vantagem, principalmente a disponibilidade de água e solos, em desvantagem, pois se estes dois elementos

não estiverem dispostos em quantidade e qualidade não haverá avicultura possível em nosso território (PALHARES, 2005).

Barbosa *et al.* (2012) afirmaram que o estresse imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permite ajustes nas práticas de manejo dos sistemas de produção, possibilitando oferecer sustentabilidade e viabilidade econômica. Nesta perspectiva, a utilização dos mecanismos de ventilação dos galpões avícolas deve ser feita com responsabilidade e levando em conta as pesquisas e tecnologias existentes na área. E uma forma de controlar o acionamento desses mecanismos é levando em conta o uso dos índices de conforto, em especial o Índice Entalpia de Conforto (IEC), que é usado para fazer uma avaliação do ambiente onde estão inseridos os frangos de corte.

5 MATERIAL E MÉTODOS

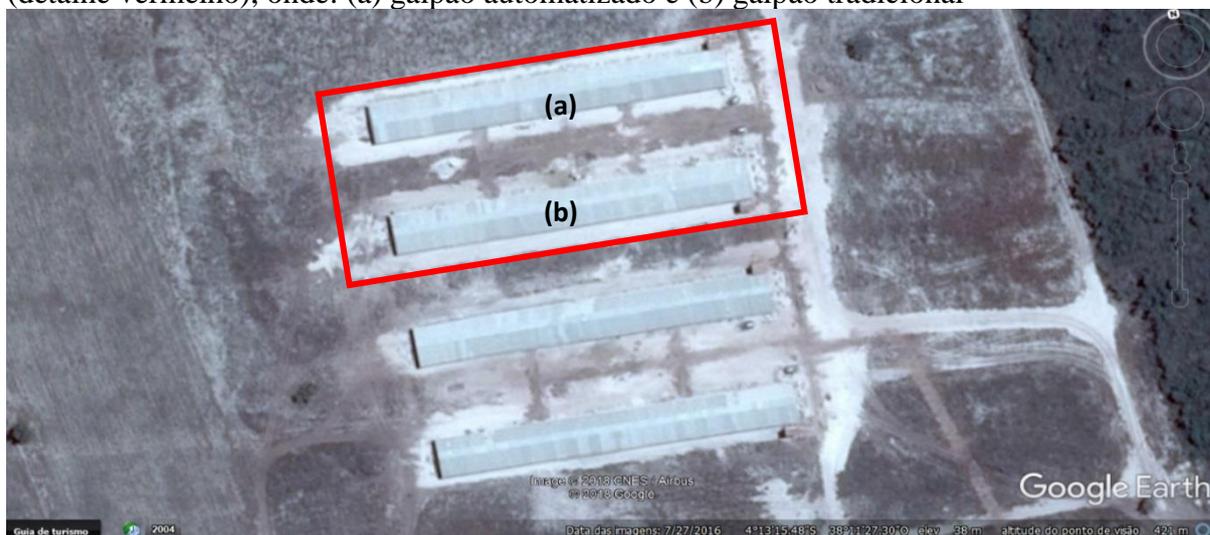
Esse projeto foi avaliado e aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA - UFC), em 18 de novembro de 2015, sob protocolo nº 78/2015 (ANEXO G).

5.1 Local de estudo

A pesquisa foi conduzida nos meses de julho e agosto do ano de 2017, em uma empresa avícola, com uma quantidade de 130.000 aves vendidas por semana, situada no município de Beberibe, Ceará - Brasil, localizada nas coordenadas geográficas: latitude 4° 13' 20'' S, longitude 38° 12' 1'' W de Greenwich. De acordo com a classificação de Köppen a área do experimento está localizada em uma região de clima Aw', correspondente a clima tropical com estação seca de inverno, com temperatura média anual de 26°C.

Para a realização do experimento foram utilizados dois galpões similares (Figura 1) dispostos na orientação leste-oeste, situados em um mesmo núcleo de criação de animais.

Figura 1 – Vista aérea do local da área experimental e galpões avaliados durante o experimento (detalhe vermelho), onde: (a) galpão automatizado e (b) galpão tradicional



Fonte: Google Earth (2017).

5.2 Galpões utilizados no experimento

Os dois galpões utilizados durante a pesquisa eram idênticos em relação a parte construtiva. As especificações destes galpões estão descritas a diante.

5.2.1 Características tipológicas

A distância entre ambos os galpões avaliados era de 30 metros, os quais estavam cercados por vegetação nativa, predominantemente rasteira, sendo que algumas áreas estavam descobertas, apresentando somente areia branca, típica de regiões litorâneas (Figura 2).

Figura 2 – Espaço de aproximadamente 30 metros entre os galpões experimentais



Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses galpões eram caracterizados tipologicamente por 12 metros de largura, 130 metros de comprimento, 2,80 metros de pé-direito, 3,80 metros do chão a cumeeira e 1,40 metros de beiral (Figura 3). Cada galpão recebeu inicialmente 22.500 frangos de corte.

A cobertura dos galpões era composta por telha de fibrocimento, sem a presença de forro. As telhas da cumeeira estavam dispostas com sobreposição de cobertura, para facilitar a circulação do ar e auxiliar na retirada do ar quente do interior dos galpões.

As laterais do galpão eram abertas, contendo somente cercas de tela plástica ao redor, para impedir a entrada de aves de outras espécies, bem como predadores, no interior dos aviários.

Figura 3 – Modelo de galpão avaliado durante o experimento



Fonte: Elaborado pelo autor.

O sistema de climatização utilizado nesses galpões era composto por 36 ventiladores, dispostos na largura dos galpões, em nove linhas, cada uma com quatro ventiladores. Além de conter três linhas de nebulizadores dispostos ao longo do comprimento dos galpões (Figura 4).

Figura 4 – Disposição dos ventiladores e nebulizadores no interior do tipo de galpão experimental



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o sistema de alimentação nos dois galpões eram utilizadas três linhas de comedouros automáticos e bebedouros do tipo pendular, espalhados por todo galpão. Todas as

aves alojadas nos galpões eram da linhagem Ross e tinham livre acesso a água e ração. As aves receberam a mesma ração, a qual era formulada pela granja, e de forma específica para cada fase de vida desses animais.

Os dois lotes de frangos foram acompanhados desde a chegada das aves nos galpões, quando as aves tinham um dia de vida, até a saída para abate, na 6ª semana, com 42 dias de vida.

As aves chegaram à granja sendo transportadas em caminhões climatizados, para que o lote de animais se mantivesse mais próximo do conforto térmico. Os galpões foram preparados para o recebimento dos animais menores, onde os comedouros e bebedouros foram baixados totalmente, ficando sobre a cama, na altura do dorso dos animais, para que eles pudessem ter acesso a ração e a água (Figura 5).

Os galpões também foram previamente aquecidos, na 1ª semana, tendo seus tambores a lenha acesas horas antes da chegada, para que o ambiente proporcionasse conforto térmico aos pintos de 1 dia, que tem necessidade de aquecimento artificial nas duas primeiras semanas de vida. Para manter o aquecimento por mais tempo os galpões estavam com todas as cortinas baixas, deixando os galpões fechados e ainda possuíam sobrecortinas entre os círculos de proteção (Figura 5b).

Figura 5 – Galpões para recebimento do lote de animais: (a) preparação dos galpões, com pré-aquecimento; e (b) recebimento do lote de pintos de 1 dia



Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao final da segunda semana, as sobrecortinas e os tambores a lenha foram retiradas dos galpões. No início da terceira semana as cortinas começaram a serem manejadas, que eram baixadas um pouco somente nos horários mais quentes do dia, sem que os animais recebessem correntes de ar diretamente sobre eles.

5.2.2 Modelos de galpão

Durante a pesquisa os galpões receberam nomes diferentes, para facilitar a identificação deles. A seguir estão os nomes que os galpões receberam e descritas as diferenças entre os dois.

5.2.1.1 Galpão automatizado

No interior de um dos galpões, ao final da 3ª semana, foi instalado o protótipo do sensor de entalpia de conforto, para que fosse possível o controle automático do sistema de climatização, que norteou o controle climático deste galpão a partir do começo da 4ª semana. O aparelho controlou automaticamente o acionamento de um conjunto de 36 ventiladores.

A partir da 4ª semana as cortinas iam sendo baixadas acompanhando o movimento da radiação solar, evitando que ela incidisse diretamente na cama das aves. No lado sem radiação solar direta, as cortinas eram totalmente baixadas.

O aparelho também foi avaliado como mecanismo auxiliar no acionamento dos nebulizadores. Sempre que a entalpia estivesse em estado crítico ou quando os níveis de umidade estivessem muito abaixo ou acima do ideal, segundo classificação das Tabelas de Entalpia, a nebulização passava a ser acionada manualmente.

5.2.1.2 Galpão tradicional

No galpão do tipo tradicional não houve nenhum controle automatizado da climatização, ou seja, não foi realizado nenhum acionamento de ventiladores e nem acionamento das linhas de nebulizadores por meio de sensores. Este galpão foi inteiramente controlado de forma empírica, através do manejo do galponista, trabalhador destinado a prestar todos os cuidados aos galpões. Este galpão serviu como controle e as variáveis coletadas foram utilizadas para fins de comparação com as variáveis coletadas no galpão automatizado.

5.3 Protótipo do sensor de entalpia de conforto (PSEC)

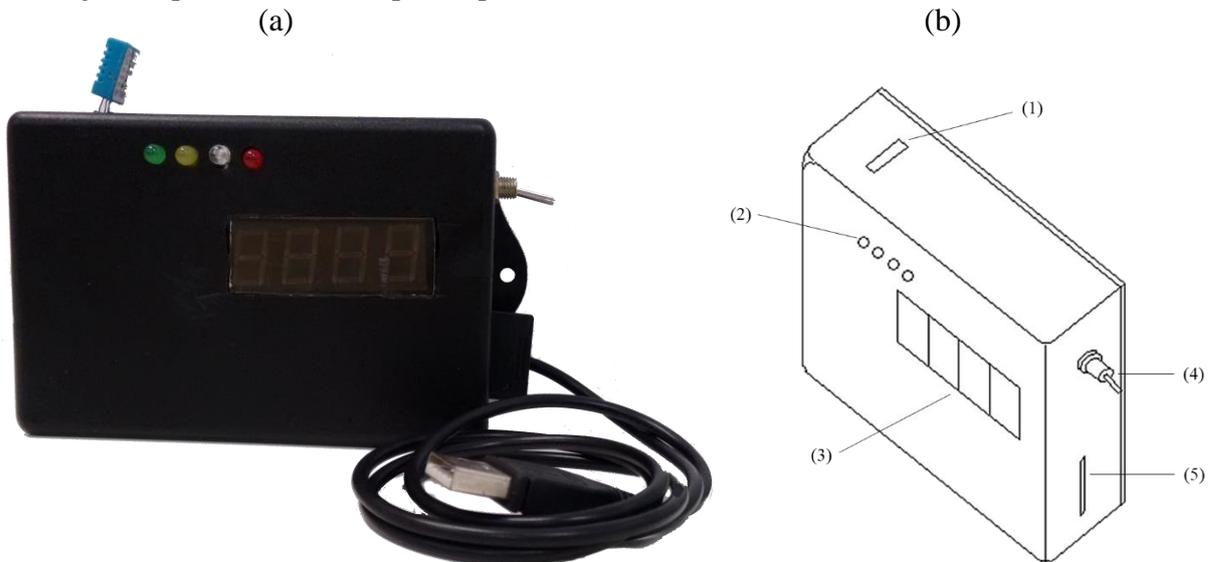
O fato do Índice Entalpia de Conforto ser relativamente mais fácil de ser calculado por levar em sua fórmula basicamente os valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e pressão barométrica impulsionou a ideia de que fosse desenvolvido um protótipo de um sensor

capaz de realizar os cálculos de entalpia, classificar os valores de acordo com as Tabelas de Entalpia e promover o acionamento dos sistemas de climatização em um galpão, conforme as necessidades dos animais.

Esse sensor foi desenvolvido com a finalidade de manter o ambiente interno dos galpões dentro da faixa ideal de conforto ou o mais próximo a ela, para cada semana de vida de frangos de corte. Assim, possibilitando que os animais possam expressar melhor suas características genéticas, refletindo, em animais com melhores índices zootécnicos ao final do ciclo de produção.

O protótipo do sensor de entalpia de conforto ou PSEC (Figura 6) foi configurado para acionar os ventiladores do galpão automatizado caso houvesse mudança do Índice Entalpia de Conforto da zona ideal para a zona de alerta, de acordo com as Tabelas de Entalpia, desenvolvidas por Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012), presentes nos Anexos A a F. Através deste cálculo, que indica a condição do ambiente interno do galpão, o aparelho eletrônico acionaria luzes de LED correspondentes a classificação do IEC, conforme as Tabelas de Entalpia. As cores utilizadas nas tabelas são quatro: a verde, que indica condição de conforto; a amarela, que indica uma condição de alerta; a cor laranja, que indica uma condição crítica e a cor vermelha, que indica uma condição letal.

Figura 6 – Protótipo do sensor de entalpia de conforto (PSEC): (a) protótipo do sensor; e (b) descrição do painel frontal do protótipo



(1) Dispositivo sensor de temperatura e umidade relativa do ar; (2) Luzes de LED nas cores verde, amarelo, laranja e vermelho; (3) Display de 7 segmentos; (4) Bastão seleção; e (5) Entrada do cartão de dados.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Assim, os ventiladores do galpão deveriam ser acionados sempre que o PSEC identificasse que o ambiente passou de uma condição ideal (cor verde) para uma condição de alerta (amarela). Os ventiladores deveriam permanecer ligados ininterruptamente e essa condição só mudaria, caso o aparelho registrasse que o ambiente permaneceu 5 minutos em conforto. Ao calcular que o ambiente já permaneceu 5 minutos em condições ideais, os ventiladores seriam então desligados. Caso a condição do ambiente saísse da ideal, os ventiladores voltariam a ser acionados.

O protótipo do sensor de entalpia de conforto ou PSEC possui a capacidade de captar dados de temperatura e umidade relativa do ar e os usar para a realização do cálculo do Índice Entalpia de Conforto (IEC). O cálculo do IEC feito pelo protótipo utiliza a fórmula de Rodrigues *et al.* (2010) descrita na Equação 3. Na fórmula programada para os cálculos do IEC já estava incluso o valor da pressão barométrica para o local do estudo, que correspondia a 760 mmHg, que corresponde a 1 atm.

Outra função do PSEC seria auxiliar na tomada de decisão sobre o acionamento ou não do mecanismo de climatização da nebulização. Caso o protótipo acusasse uma condição de estresse térmico por calor, através do acionamento das luzes de LED, seria feito o acionamento dos nebulizadores. O acionamento das linhas de nebulizadores aconteceria sempre que o IEC se elevasse e atingisse a faixa crítica, indicada pela luz LED cor laranja, ou a faixa letal, indicada pela luz LED cor vermelha. Se essa condição fosse apontada pelo PSEC, as linhas de nebulização deveriam ser acionadas manualmente e deveriam permanecer em funcionamento por 30 minutos. Se mesmo após 30 minutos após o início da nebulização o PSEC ainda acusasse condição de estresse, a nebulização permaneceria por mais 30 minutos, e assim por diante, até que a condição crítica ou letal do ambiente cessasse.

O sensor foi instalado no galpão automatizado ao final da 3ª semana de vida dos animais, para começar a funcionar a partir do início da 4ª semana e permanecendo até o final da 6ª semana.

O sensor de entalpia de conforto, além de captar os dados de temperatura, umidade relativa do ar e realizar o cálculo do IEC, tem a capacidade de armazenar esses dados, pois funciona como *Data Logger*. Posteriormente os dados coletados pelo PSEC foram recolhidos para análise.

5.3.1 Resumo das funções do protótipo

Alguns requisitos serviram de base para a construção do sensor de entalpia de conforto. O equipamento teve a finalidade de atender as necessidades de climatização eficiente de galpões de frangos de corte.

Alguns dos detalhes do projeto:

- a) O protótipo deveria substituir de forma eficiente os ajustes manuais feitos pelos operadores referentes aos mecanismos de controle climáticos do galpão por regulagens automatizadas dos ventiladores e tomada de decisão eficiente quanto ao acionamento dos nebulizadores;
- b) O protótipo deveria ser fácil de manusear, para que pessoas com pouco treinamento e menor grau de instrução escolar, facilmente pudessem preparar para uso o equipamento e conseguissem monitorar os dados fornecidos;
- c) O protótipo deveria calcular corretamente a fórmula do Índice Entalpia de Conforto (IEC) para acionamento dos ventiladores, caso a entalpia saísse do parâmetro ideal e passasse para uma condição de alerta;
- d) O protótipo deveria classificar corretamente o valor calculado do Índice Entalpia de Conforto (IEC), de acordo com a semana de vida dos animais, para acionamento correto dos ventiladores;
- e) Foi estabelecido também, que o protótipo deveria acender luzes de LED de acordo com as cores das Tabelas de Entalpia, para sinalizar quando houvesse necessidade de acionamento dos nebulizadores. O acionamento dos nebulizadores aconteceria quando a luz LED laranja ou vermelha fosse acesa.

5.3.2 Etapas do funcionamento do PSEC

A seguir estão listadas as funções e dispositivos envolvidos no funcionamento do PSEC.

5.3.2.1 Acionamento do aparelho e seleção da semana

O aparelho deveria ser ligado a uma fonte de energia para começar a funcionar. Após ligado, deveria ser feita a seleção da semana a qual correspondesse a idade das aves nos galpões. A semana, correspondente as medições, deveria ser mostrada no visor do aparelho.

Sempre que o PSEC fosse desligado, ao ser religado a seleção da semana correta deveria ser feita novamente pelo operador do protótipo.

5.3.2.2 Medição da temperatura e umidade relativa do ar

A medição da temperatura e umidade relativa do ar é feita através de um sensor de temperatura e umidade - DHT11. Essas variáveis deveriam ser coletadas de forma contínua, para que pudesse ser feito o cálculo do Índice Entalpia de Conforto e assim, o acionamento ou não do sistema de climatização.

5.3.2.3 Cálculo do índice entalpia de conforto

O cálculo do IEC é realizado através de um algoritmo elaborado em linguagem de programação compatível ao microprocessador utilizado no protótipo. O cálculo do IEC permitia o funcionamento correto do aparelho.

5.3.2.4 Classificação do índice entalpia de conforto

Além de realizar o cálculo do IEC, o PSEC também realiza a função de classificá-lo de acordo com a semana de vida dos animais, pois os parâmetros de conforto de frangos de corte mudam a cada semana, devido a estes animais exigirem condições diferentes de temperatura e umidade relativa do ar a cada semana. Através da classificação dos valores de IEC seria feito o acionamento automático dos ventiladores.

5.3.2.5 Acionamento dos ventiladores

O acionamento dos ventiladores seria feito logo que o PSEC detectasse que o ambiente não estivesse mais em uma condição ideal de IEC, de acordo com os valores das Tabelas de Entalpia desenvolvidas por Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

5.3.2.6 Acionamento de luzes de acordo com o índice entalpia de conforto

Ao classificar a condição do ambiente de acordo com o IEC, o PSEC deveria acionar luzes do tipo LED em uma das quatro cores (verde, amarelo, laranja e vermelho)

indicativas da condição ambiental, de acordo com as Tabelas de Entalpia. As luzes indicariam quando houvesse necessidade de nebulização do ambiente. Sempre que a luz laranja ou vermelha fosse acionada, indicando uma condição crítica de conforto térmico por calor no ambiente, a nebulização deveria ser acionada e permanecer funcionando por um certo período de tempo.

5.3.2.7 Registro dos dados coletados

O registro de dados deveria ser feito através do módulo Arduino de cartão SD de memória. Para ter acesso a esses dados é necessário conectar o cartão em algum aparelho eletrônico compatível e a saída de dados é fornecida em formato de texto padrão podendo ser interpretada por uma gama de softwares de mercado.

5.4 Divisão cronológica

O experimento ocorreu durante os meses de julho e agosto de 2017 e o lote de aves foi acompanhado por seis semanas, período que corresponde ao ciclo de vida completo de frangos de corte. Na Tabela 4 estão as variáveis coletadas durante o experimento e as semanas em que estas foram medidas.

Tabela 4 – Variáveis coletadas durante o experimento

Avaliações	Semanas	
	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	4 ^a , 5 ^a e 6 ^a
Temperatura do ar (°C)	X	X
Umidade relativa do ar (%)	X	X
Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)		X
Temperatura retal (°C)		X
Avaliação do comportamento		X
Peso corporal das aves (kg)		X
Velocidade do vento (m.s ⁻¹)		X

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na 1^a semana foi feita a instalação dos aparelhos coletores dos dados de temperatura e umidade relativa do ar nos galpões. Nas três primeiras semanas foi realizada somente a coleta de dados ambientais, temperatura e umidade relativa do ar. Essa coleta de dados foi realizada desde o recebimento dos lotes de animais. Nestas semanas somente essas variáveis foram coletadas. No início da 3^a semana o protótipo do sensor de entalpia de conforto foi instalado em

um dos galpões e este galpão foi considerado o automatizado. A partir da 4ª semana, além das coletas de variáveis ambientais, de temperatura e umidade relativa do ar foram coletadas a velocidade do vento. Também foram coletados dados fisiológicos de frequência respiratória, temperatura retal, peso das aves e avaliação do comportamento.

A partir da 4ª semana, as variáveis correspondentes à velocidade do vento, frequência respiratória, temperatura retal, bem como o comportamento das aves foram coletadas durante cinco dias consecutivos, a cada semana. Ao final de cada semana, as aves foram pesadas. A coleta das variáveis temperatura e umidade relativa do ar seguiram ininterruptamente desde o 1º dia do ciclo, até o 42º dia.

As coletas dos dados sempre foram realizadas durante o turno da manhã (8:00 às 11:59 horas) e da tarde (13:00 às 16:59 horas).

5.5 Divisão dos galpões

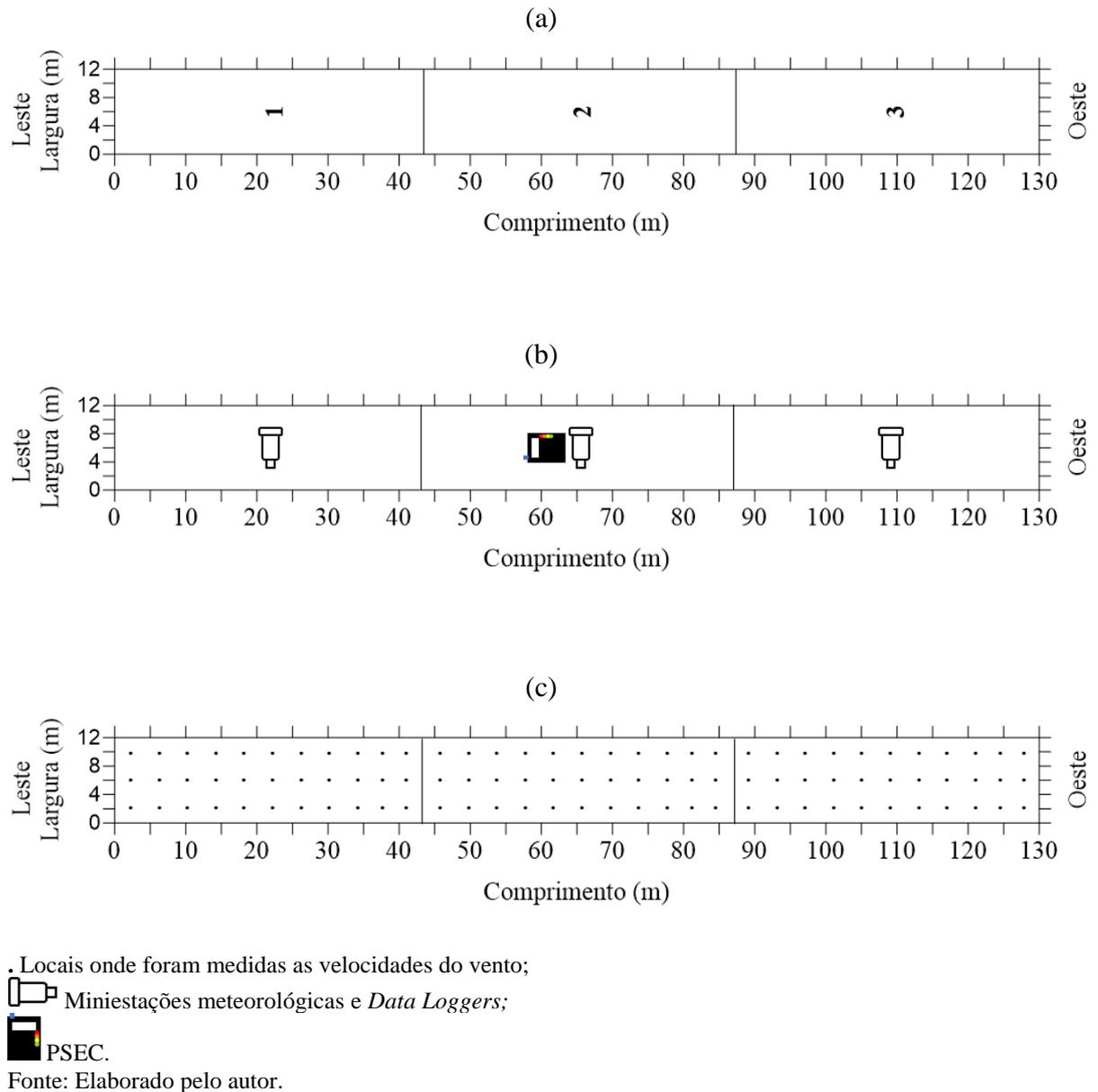
Os galpões escolhidos para as coletas de dados no experimento possuíam as mesmas dimensões, mesmo sentido e orientação. Os dois eram de grandes dimensões, então, para facilitar a condução dos trabalhos e permitir melhor avaliação das aves, os galpões foram divididos em quadrantes, sendo que cada galpão foi dividido igualmente em três quadrantes (Figura 7a).

Na Figura 7 estão marcados os locais das medições da variável velocidade do vento, assim como também o local onde foram instalados os equipamentos.

De acordo com a Figura 7a, é possível observar a divisão dos quadrantes. Em cada quadrante foram feitas as coletas de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, frequência respiratória, temperatura retal, peso das aves e comportamento.

Na Figura 7b, estão expostos os locais onde foram instaladas as miniestações meteorológicas e *Data Loggers*, além do PSEC, que foi instalado somente no galpão automatizado. Na Figura 7c, estão apontados os pontos onde foram feitas as coletas da velocidade do vento, que se deu em 99 pontos ao longo dos galpões. A coleta de dados nos 99 pontos foi necessária para que posteriormente fossem elaborados mapas de isolinhas, utilizando a Geoestatística.

Figura 7 – Organização dos galpões: (a) divisão dos galpões em quadrantes; (b) localização dos equipamentos; e (c) pontos de coleta da variável ambiental velocidade do vento



5.6 Variáveis ambientais

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram analisados para verificar se o ambiente dos galpões fornecia conforto térmico aos frangos de corte e como influenciou na condição física das aves. As variáveis ambientais coletadas no galpão automatizado e tradicional foram comparadas, para verificação da eficiência do sensor de entalpia de conforto.

5.6.1 Temperatura e umidade relativa do ar

Durante todo o período experimental foram monitorados os valores das variáveis ambientais de temperatura (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %) no interior e exterior dos aviários foram monitoradas constantemente. Através dos valores coletados de temperatura e umidade relativa do ar, calculou-se o Índice Entalpia de Conforto (IEC) de acordo com cada semana de vida dos frangos de corte.

Três miniestações meteorológica e *Data Loggers*, modelo Pro v2, da marca Hobo® (Figura 8), foram colocadas dentro de cada um dos galpões e uma na parte externa aos galpões, realizaram a cada 10 minutos os registros das variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar.

Figura 8 – Miniestação meteorológica utilizada para realizar o registro da temperatura e umidade relativa do ar



Fonte: Elaborado pelo autor.

As miniestações meteorológicas foram inseridas no interior das instalações para a caracterização do ambiente dos galpões, avaliação do microclima. Os dados captados pelas miniestações meteorológicas no interior dos galpões foram confrontados com os dados coletados pelo protótipo do sensor de Entalpia de Conforto desenvolvido.

A instalação das miniestações meteorológicas aconteceu seguindo a recomendação de Barbosa Filho *et al.* (2007), que afirmam que os equipamentos devem ser instalados, de preferência, na região central e um pouco acima da altura dos animais, pois isso fará com que as leituras sejam representativas das condições a que as aves estão submetidas. Assim, como já mencionado na Figura 7b, os aparelhos foram instalados na região central de cada quadrante.

À medida que as aves foram crescendo, a altura das miniestações meteorológicas em relação à cama das aves foi aumentada, para acompanhar o ritmo de crescimento das aves. No início do experimento, os aparelhos foram instalados a aproximadamente 0,2 m da cama das aves e ao final do experimento os aparelhos ficaram a aproximadamente 0,5 m de altura.

5.6.2 Velocidade do vento

A velocidade do vento (VV, em $m.s^{-1}$) foi medida nos dois galpões, durante o turno da manhã às 11:00 e de tarde às 16:00 horas, com auxílio de um anemômetro digital, modelo MDA-20, da marca Minipa® (Figura 9).

Figura 9 – Aparelho utilizado na medição da velocidade do vento



Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa variável foi medida na altura das aves. A partir dos dados coletados de velocidade do vento foram elaborados mapas de isolinhas, através da aplicação do método de krigagem, por meio do *software* Surfer. Esta variável foi coletada em 33 pontos em cada um dos quadrantes, totalizando 99 pontos por galpão.

5.7 Índice de conforto térmico para frangos de corte: entalpia

O índice de conforto térmico utilizado nesta pesquisa foi a entalpia (IEC, em kJ/kg de ar seco) que, dentre os índices de avaliação de conforto térmico existentes, tem sido muito utilizado atualmente para a avaliação do ambiente interno de galpões de frangos de corte, pois

leva em conta na sua fórmula variáveis relativamente fáceis de se obter. O cálculo do Índice Entalpia de Conforto utilizou diretamente as variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e pressão barométrica do local. A cálculo da entalpia expressou a quantidade de energia térmica em kJ, contido em 1 kg de ar seco.

A equação da entalpia utilizada para os cálculos do Índice Entalpia de Conforto (IEC) foi a de Rodrigues *et al.* (2010). Esta fórmula (Equação 3) atualizou as anteriormente propostas. A pressão barométrica utilizada para os cálculos foi de 760 mmHg, que é igual a 1 atm, e correspondeu a pressão barométrica de locais mais baixos, situados ao nível do mar.

Após o cálculo da entalpia, os valores encontrados foram classificados conforme as cores das Tabelas de Entalpia. Foram utilizadas as Tabelas de Entalpia desenvolvidas por Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012), apresentadas nos ANEXOS A a F. Na Tabela 5 estão os valores do índice Entalpia de Conforto (IEC) e suas faixas de classificação de acordo com cada semana de vida de frangos de corte.

Tabela 5 –Faixas de conforto do IEC (kJ/kg ar seco) para cada semana de vida de frangos de corte

Classificação	Limites	Limites do IEC (kJ/kg ar seco)					
		1ª sem	2ª sem	3ª sem	4ª sem	5ª sem	6ª sem
Alerta por frio	INFERIOR	59,5	47,4	40,7	38,6	36,6	34,7
	SUPERIOR	76,9	66,8	57,6	52,0	39,5	37,3
Conforto	INFERIOR	77,0	66,9	57,7	52,1	39,6	37,4
	SUPERIOR	88,3	77,0	66,9	57,7	52,1	49,5
Alerta	INFERIOR	88,4	77,1	67,0	57,8	52,2	49,6
	SUPERIOR	106,5	92,8	80,6	69,6	63,0	59,8
Crítica	INFERIOR	106,6	92,9	80,7	69,7	63,1	59,9
	SUPERIOR	122,0	106,4	92,5	80,1	72,6	72,6
Letal	INFERIOR	122,1	106,5	92,6	80,2	72,7	72,7
	SUPERIOR	145,8	127,6	121,9	116,4	111,1	106,0

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

5.8 Variáveis fisiológicas

Durante o experimento as variáveis fisiológicas foram coletadas para serem confrontadas com as variáveis ambientais e analisar os efeitos do ambiente térmico sobre a condição física das aves. Estas avaliações poderão auxiliar a avaliar a eficiência do aparelho em manter as condições ambientais mais próximas ao conforto térmico das aves.

5.8.1 Temperatura retal das aves

Durante o experimento a medição da temperatura retal (TR, em °C) foi a principal variável fisiológica coletada, a fim de analisar a resposta corporal das aves ao ambiente térmico no qual estavam inseridas.

Esta variável foi escolhida como principal parâmetro fisiológico pois, segundo Silva (2000) as regiões mais internas e profundas apresentam temperatura mais constante, ao passo que as regiões mais superficiais apresentam temperatura mais variável e mais sujeita às influências do ambiente externo. Também foi escolhida por ser, de acordo com Vieira (2008), um parâmetro fisiológico bastante difundido no meio científico, por ser uma medida de temperatura corporal profunda e oferece a informação mais fiel possível do núcleo corporal do animal.

A medição da temperatura retal foi realizada através de um termômetro digital do tipo espeto, da marca Minipa® (Figura 10).

Figura 10 – Termômetro para medição da temperatura retal



Fonte: Elaborado pelo autor.

A medição da temperatura retal foi feita às 9:00 e às 14:00 horas. Para a realização da coleta de dados da temperatura retal, as aves eram seguradas com as duas mãos sobre as asas, para que ficassem imobilizadas, evitando que se debatessem e sofressem danos físicos durante o procedimento. Com as aves imobilizadas introduzia-se o termômetro do tipo espeto pela cloaca, por um período de um minuto ou até que se estabilize a temperatura (Figura 11).

Figura 11 – Medição da temperatura retal



Fonte: Elaborado pelo autor.

A medição da temperatura retal das aves começou a ser feita a partir da 4^a semana e foi realizada nos dois galpões. A amostra de aves foi escolhida de forma aleatória em cada um dos três quadrantes, em cada galpão. A coleta de dados ocorreu cinco dias por semana, para que se tivesse um número satisfatório de repetições. Foram coletados dados de temperatura retal de 20 aves por quadrante, em cada galpão, a cada turno. Ao todo foram amostradas 120 aves por turno e 240 aves, no total, por dia.

5.8.2 Frequência respiratória das aves

A frequência respiratória (FR, em movimentos.minuto⁻¹) é um parâmetro importante para medir o estresse térmico das aves e foi feita contando os movimentos respiratórios das aves. A contagem dos movimentos respiratórios foi realizada a partir da observação do número de movimentos peitorais das aves por um período de 15 segundos. O tempo foi marcado através de cronômetro digital, que emitia sinal sonoro quando o tempo de 15 segundo finalizava. O número encontrado em campo foi multiplicado por quatro para que o resultado fosse expresso em movimentos por minuto (mov.min⁻¹).

A observação da frequência respiratória ocorreu as 8:00 e às 13:00 horas. A coleta de dados ocorreu por cinco dias por semana, para que se tivesse um número satisfatório de repetições. Foram coletados dados de frequência respiratória de 20 aves aleatórias por quadrante, em cada galpão, a cada turno. Ao todo foram coletados dados de 120 aves por turno e 240 aves, no total, por dia.

5.8.3 Peso corporal das aves

O peso corporal foi coletado para ser relacionado com as variáveis ambientais e fisiológicas, como forma de avaliar o ganho de peso das aves, o qual foi coletado por meio de uma balança digital do tipo pêndulo (Figura 12), que suportava até 50 kg. Cada ave foi pesada individualmente.

Figura 12 – Balança pêndulo digital



Fonte: Elaborado pelo autor.

O peso semanal de uma amostra de aves foi avaliado por cada quadrante. O peso semanal foi avaliado ao 5º dia de cada semana, com amostra de 30 aves aleatórias por quadrante em cada galpão. Esse número elevado de amostras garantiu uma distribuição normal dos dados, necessária para a avaliação estatística. Ao todo, coletou-se o peso de 90 aves por galpão.

5.9 Parâmetros comportamentais

O comportamento das aves foi observado, para avaliação dos efeitos do ambiente sobre as aves, uma vez que a não expressão de suas atividades comportamentais naturais, podem sugerir estresse que tem interferências negativas na saúde e produção.

A coleta de dados do comportamento foi realizada de forma direta, por meio de varredura ou amostragem instantânea. Para realizar a observação dos comportamentos por meio de varredura, deve-se observar diversos indivíduos por um determinado período de tempo e em intervalos regulares. A avaliação do comportamento ocorreu no turno da manhã e da tarde, e em cada turno as aves foram avaliadas a cada hora. Sendo as avaliações feitas em cada galpão as 8, 9, 10 e 11 horas no turno da manhã e as 13, 14, 15 e 16 horas no turno na tarde, durante cinco dias por semana, desde a 4ª semana de vida dos frangos de corte. Foram avaliados os comportamentos descritos no Etograma do Quadro 1.

Quadro 1 – Etograma para avaliação do conforto térmico de frangos de corte

Comportamento	Descrição do comportamento
Banho de areia	Comportamento característico das aves que envolve em sua caracterização uma sequência de ciscar e jogar o substrato em que está sobre seu corpo, além de movimentos rápidos de chacoalhar as penas;
Beber	Quando a ave está bebendo água do bebedouro;
Ciscar	Outro comportamento considerado como característico das aves, que explora seu território com seus pés e bico;
Comer	Quando a ave está se alimentando, bicando e consumindo alimentos do comedouro;
Dispersão	Aves espalhadas pelo galpão;
Esticar membros	Abrir asas, esticar pernas ou esticar asas e pernas ao mesmo tempo para expor mais o seu corpo a ventilação. Este é um comportamento característico de aves em desconforto;
Ofegação	Aves respirando com o bico aberto. Esta é principal forma de as aves dissiparem o calor do corpo;
Prostração	Aves paradas, sentadas, sem muitos movimentos. Aves com atividades reduzidas para evitar um aumento de temperatura no corpo causado pela movimentação.

Fonte: Queiroz (2014).

Devido ao grande número de frangos de corte inseridos no galpão de criação, as aves foram divididas em grupos menores. Foi feita a observação das aves por quadrantes, para que as observações gerassem resultados mais expressivos.

5.10 Análise estatística

As médias dos dados coletados foram, inicialmente, submetidos a uma avaliação de estatística descritiva básica, feita através do *software* estatístico MINITAB®, versão 16. Na análise da estatística descritiva básica foram avaliados o número de observações, a média dos valores, valor mínimo, valor máximo, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, a

amplitude, a assimetria e a curtose. Através da análise dos valores de assimetria e curtose foi definida a normalidade ou não de distribuição dos dados. A normalidade de distribuição dos dados foi considerada se os valores do coeficiente de assimetria e de curtose se apresentavam dentro do intervalo -3 e 3, ou seja, se adequando a uma curva de distribuição normal, segundo Oliveira (2010).

Após a verificação da normalidade dos dados, foram realizados testes para verificar se houve ou não diferença entre as médias avaliadas. Nos casos onde foram comparadas somente duas amostras, foi realizado o teste de hipóteses t de Student, a 5% de significância. O teste t para duas amostras independentes foi utilizado para testar a hipótese de diferença ($H_1: \mu_1 \neq \mu_2$) ou igualdade ($H_0: \mu_1 = \mu_2$) entre as médias do galpão automatizado e o galpão tradicional.

Nos casos onde foram comparadas mais de duas amostras foi observado o resultado do teste F, calculado através da análise de variância (ANOVA). O resultado do teste F demonstrou se houve ou não diferença significativa entre as médias. Caso houvesse diferença significativa entre as médias, foi realizado um teste de comparação de médias, onde o teste escolhido foi o teste de Tukey a 5% de significância. Este teste serviu como complemento a análise de variância (ANOVA).

Nem sempre os dados apresentam normalidade de distribuição. Nos casos onde os dados não obtiveram normalidade, foi realizado outro teste para avaliação. Foi realizada a avaliação da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP), que avaliou a variabilidade existente entre as médias calculadas. Montgomery (2004) recomenda o uso da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) para analisar a variabilidade entre as médias. A MMEP é definida na Equação 4:

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda) \cdot x_{i-j} + (1-\lambda)^i \cdot z_0 \quad (4)$$

Onde:

z_i é o valor da média móvel ponderada;

z_0 é a média alvo do processo;

x_i é o valor da característica medida;

λ é o peso considerado para a média, e refere à sensibilidade em captar pequenas mudanças na média.

Na realização do MMEP foi utilizado o peso para a média (λ) de 0,40, segundo Melo (2013). De acordo com Melo (2013), a MMEP é uma forma de avaliar dados com eficácia, garantindo que a variabilidade dos processos seja estudada, mesmo que não sejam encontrados dados normais, sem que haja descarte ou manipulação dos dados com ferramentas estatísticas. Ainda segundo este autor a MMEP possibilita verificar se o processo avaliado foi estável ou instável.

Os limites de controle que aparecem no gráfico da MMEP serão encontrados por meio das Equações 5 e 6:

$$LSC = \mu + L.\sigma.\sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}\cdot[1-(1-\lambda)^{2i}]} \quad (5)$$

$$LIC = \mu - L.\sigma.\sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)}\cdot[1-(1-\lambda)^{2i}]} \quad (6)$$

Onde:

μ é a média do processo;

L é a largura da faixa entre a média e o limite;

σ é o desvio padrão da amostra.

De acordo com Melo (2013), o valor médio da característica de qualidade do processo é representado por uma linha central (LC), já o limite superior de controle (LSC) e inferior de controle (LIC) são utilizados para definir se o processo avaliado se apresentou estável. Um processo é considerado estável se todos os pontos amostrais se encontrarem dentro do limite de controle.

5.11 Mapas de isolinhas utilizando interpolação dos dados por krigagem

Os dados coletados de velocidade do vento foram inicialmente submetidos à análise descritiva básica, utilizando o *software* estatístico Minitab®. Na avaliação da estatística descritiva básica foram observados dados de média, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, assimetria e curtose.

A partir da avaliação desses dados foi analisada a hipótese de normalidade dos dados. A normalidade é preferível para a análise geoestatística, mas não é exigência para a

análise de semivariogramas (CRESSIE; HARTFIELD, 1996).

Equação 7 foi utilizada para a análise geoestatística, que estima a estrutura e a dependência espacial entre as observações através do semivariograma. A análise do semivariograma é essencial para se fazer a medida da dependência espacial entre as variáveis estudadas.

$$\gamma(h) = \left(\frac{1}{2N(h)} \right) \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (7)$$

Onde:

h é a distância de separação entre as medidas;

$N(h)$ é o número de pares experimentais de dados medidos de $Z(x_i)$ e $Z(x_i+h)$;

$Z(x_i)$ é o valor da variável para posição x_i não estimado (verdadeiro) considerada como uma variável aleatória, função da posição da amostragem x ;

$Z(x_i+h)$ é o valor da mesma variável na posição x_i+h em qualquer direção.

O gráfico de versus os valores correspondentes de h , chamado semivariograma, é uma função do vetor h , e, portanto, depende tanto de sua magnitude como da direção de h . (ANDRADE *et al.*, 2005).

Após a análise da dependência especial, determinada pelo semivariograma, entre as variáveis, foi obtida com o auxílio do programa GS+ (Geostatistical for Environmental Sciences), versão 5.0 (GS+ 2000), que utiliza os valores das variáveis associados às suas respectivas coordenadas de campo para gerar cálculos. Para realizar a construção dos mapas de isolinhas será necessário que as variáveis estudadas tenham dependência espacial.

A partir do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de $\gamma(h)$, foram estimados os coeficientes do modelo teórico para o semivariograma. O fator utilizado para detectar a presença da variabilidade espacial e o índice de dependência espacial (IDE) dos atributos em estudo, que é calculado pela relação $[C/(C_0+C)]$, onde C_0+C é o patamar, C_0 é o efeito pepita e C é a variância estrutural. Foi utilizada a classificação de Zimback (2001), onde são assumidos os seguintes intervalos: a dependência espacial forte é quando o Índice de Dependência Espacial (IDE) é $> 75\%$, moderada quando está entre $25\% < IDE < 75\%$ e fraca $\leq 25\%$.

Os modelos de semivariogramas considerados foram do tipo esférico, exponencial, linear e gaussiano, sendo ajustados por meio do programa GS+, que aponta o modelo que

apresenta menor soma de quadrado de resíduo. Após a comprovação da dependência espacial foi realizada a elaboração dos mapas de isolinhas (krigagem) e os modelos de semivariogramas foram usados no desenvolvimento dos mapas. A partir das médias dos dados de velocidade do vento foram elaborados mapas aplicando o método de krigagem. A interpolação dos valores para a elaboração dos mapas foi realizada aplicando o método de krigagem ordinária, através do *software* Surfer[®], versão 10.

Com os mapas concluídos foi possível visualizar de forma prática como ocorreu a distribuição espacial dessas variáveis dentro dos galpões experimentais e estudar formas de amenizar o desconforto térmico dos animais, bem como definir um manejo mais adequado na instalação.

5.12 Análise de Efeitos e Modo de Falha (FMEA)

O uso desta ferramenta auxiliou na análise das possíveis falhas que o protótipo pudesse apresentar, através da análise dos mecanismos envolvidos nas falhas. Desta forma o FMEA ajuda a mitigar falhas antes que o produto seja lançado no mercado. Afastando assim o máximo de erros e evitando que um produto com defeitos chegue a ser comercializado. Essa é uma análise que serve como ferramenta de prevenção de possíveis problemas no projeto.

A sequência utilizada para a avaliação do protótipo do sensor de entalpia de conforto através do Análise de Efeitos e Modo de Falha seguiu as recomendações de Back (1983) e Albiero (2010).

Inicialmente foi feito um fluxograma, com as sequências de eventos cronológicos que devem ser executadas pelo processo. Esse fluxograma foi elaborado conforme as especificações de Albiero (2010) e Back (1983). O Quadro 2 contém os símbolos que devem ser usados em cada fase do processo.

Quadro 2 – Convenções de fases no processo de projetar

Fases do evento	Descrição	Representação gráfica
Início ou fim	Início ou fim da operação	
Processo	Processo ou operação executada	
Resultado	Dados de saída do processo	
Avaliação	Comparação de dados e tomada de decisão	
Dado	Informações ou dados de qualquer natureza	

Fonte: Albiero (2010) e Back (1983).

Após a confecção do fluxograma foi formulada um quadro (Quadro 9 – APÊNDICE A), que seguiu em seu cabeçalho a sequência recomendada por Albiero (2010). Os itens que compuseram o cabeçalho estão listados no Quadro 3.

Quadro 3 – Itens do cabeçalho do formulário FMEA

Coluna	Itens do cabeçalho
1	Subprocesso
2	Funções
3	Elementos principais atuantes
4	Requisitos exigidos
5	Modo potencial de falha
6	Efeito da falha potencial
7	Severidade
8	Classe
9	Causa Potencial
10	Ocorrência
11	Detecção
12	Número Prioritário de Risco (NPR)
13	Ações recomendadas
14	Observações

Fonte: Albiero (2010).

Na coluna 1 do Quadro 9, foram relacionados todos os subprocessos envolvidos no funcionamento do protótipo; coluna 2 as funções envolvidas em cada subprocesso; coluna 3 foram relacionados os elementos atuantes no subprocesso e coluna 4 foram apontados os

requisitos exigidos no subprocesso; coluna 5 as falhas que podem ocorrer com a falha do subprocesso e na coluna 6 os efeitos que as falhas podem causar. De acordo com estes itens foi feita a avaliação do grau de severidade da falha analisada, que corresponde a coluna 7.

Para realizar a definição das notas dos quesitos de severidade, ocorrência e detecção, foi reunida uma equipe, composta por especialistas, alunos e pessoas leigas ao assunto. Cada item foi lido e explicado, para que a banca de pessoas entrasse em consenso sobre as pontuações, que tinham que ser unânimes. A equipe multidisciplinar, avaliadora do FMEA desta pesquisa está apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 – Equipe avaliadora do FMEA do sensor entalpia de conforto

Nome	Formação	Especialidade	Vínculo ao projeto
Marília Lessa de Vasconcelos Queiroz	M.Sc. Engenharia Agrícola	Ambiência Agrícola	Coordenadora (aluna de doutorado)
Luanda Rêgo de Lima	M.Sc. Zootecnia	Ambiência Agrícola	Aluna de Doutorado
Kamila de Sousa Otávio	M.Sc. Zootecnia	Reprodução Animal	Aluna de Doutorado
Jenyffer da Silva Gomes Santos	Engenheira Agrícola	Hidráulica	Aluna de Mestrado
Thiago Queiroz de Oliveira	M.Sc. Ciências da Computação	Redes e Sistemas Distribuídos	Convidado
Maria Helena Fonteles Cruz	Tecnóloga em Alimentos	-	Convidada

Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 5, estão contidos os critérios necessários para determinação do grau de severidade das falhas avaliadas. Este foi o primeiro quesito avaliado pela equipe multidisciplinar, seguindo o Quadro 9. O grau de severidade pode receber notas de 1 a 10, e quanto menores as notas menores os impactos das falhas e quanto maiores as notas maiores os impactos das falhas.

Quadro 5 – Grau de severidade da falha

Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorreu
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e grande descontentamento do cliente
9 10	Muito alta	Idem ao anterior, porém afeta a segurança

Fonte: Toledo e Amaral (2008).

Em seguida foi feita avaliação da determinação da capacidade de detecção da falha, correspondente a coluna 11 do Quadro 9. No Quadro 6 estão os critérios que foram usados para a detecção da falha e o índice correspondente.

Quadro 6 – Capacidade de detecção da falha

Índice	Deteção	Critério
1	Muito	Certamente será detectado
2 3	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
4 5 6	Moderada	Provavelmente será detectado
7 8	Pequena	Provavelmente não será detectado
9 10	Muito pequena	Certamente não será detectado

Fonte: Toledo e Amaral (2008).

De acordo com esse quadro os valores da capacidade de detecção podem ir de 1 a 10, onde 1 corresponde certeza de detecção das falhas e 10 corresponde a probabilidade rara de detecção das falhas.

O próximo passo foi a avaliação da determinação da ocorrência da falha, correspondente a coluna 10 do Quadro 9. No Quadro 7 estão os critérios para a definição da ocorrência de falhas. De acordo com este quadro, os valores da classificação da ocorrência podem ir de 1 a 10, onde 1 corresponde a falhas quase inexistentes e 10 corresponde altíssima probabilidade de ocorrência de falhas.

Quadro 7 – Classificação de ocorrência da falha

Ocorrência	Taxa de falhas possíveis	C _{pk}	Índice
Muito alta: falha é quase inevitável	1 em 2	< 0,33	10
	1 em 3	≥ 0,33	9
Alta: falhas repetitivas	1 em 8	≥ 0,51	8
	1 em 20	≥ 0,67	7
Moderada: falhas ocasionais	1 em 80	≥ 0,83	6
	1 em 400	≥ 1,00	5
	1 em 2.000	≥ 1,17	4
Baixa: relativamente poucas falhas	1 em 15.000	≥ 1,33	3
	1 em 150.000	≥ 1,50	2
Remota: falhas são raras	1 em 1.500.000	≥ 1,67	1

Fonte: Elsmar (2009).

Em seguida, foi feito o cálculo do número prioritário de risco (NPR), correspondente a coluna 12. O cálculo do NPR foi feito através da Equação 8.

$$NPR = Sv.Oc.Dt \quad (8)$$

Onde:

NPR é o número prioritário de risco;

Sv é a severidade da falha;

Oc é a ocorrência da falha;

Dt é a detecção da falha.

Através deste cálculo foi possível definir a prioridade das falhas. No Quadro 8 estão expostos os escores para classificação da prioridade das falhas.

Quadro 8 – Classificação da prioridade das falhas

Faixa	Prioridade das falhas
01 – 207	Pouquíssima prioridade (PP)
208 – 407	Baixa prioridade (BP)
408 – 607	Média prioridade (MP)
608 – 807	Alta prioridade (AP)
808 – 1000	Total prioridade (TP)

Fonte: Toledo e Amaral (2008).

Após a classificação da prioridade das falhas, foi feita a definição da classe (coluna 8 do Quadro 9) das falhas. As classes podem ser classificadas em: característica significativa, característica não significativa ou característica crítica.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise das variáveis ambientais

Os resultados obtidos com as coletas das variáveis ambientais estão expostos a seguir.

6.1.1 Avaliação da temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto

Nas três primeiras semanas não houve uso do PSEC nos galpões e eles foram manejados igualmente pelos galponista. Somente a partir da 4ª semana houve início a utilização do protótipo e os dois galpões foram manejados de forma diferente.

6.1.1.1 Avaliação na 1ª semana de vida das aves

A Tabela 6 contém os valores do teste de médias para as variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 1ª semana de avaliação. Para facilitar a visualização da classificação da entalpia, calculada a cada semana, as quadrículas das tabelas correspondentes a estes valores foram pintadas de acordo com as quatro cores das Tabelas Práticas de Entalpia (ANEXO A).

Tabela 6 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %), obtidas pelos registros das miniestações meteorológicas, na 1ª semana de criação de frangos de corte, em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, seguidos dos respectivos cálculos do IEC (kJ/kg de ar seco)

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
T automatizado (°C)	33,4 A	34,0 A
T tradicional (°C)	33,7 A	33,9 A
T externa (°C)	31,0 B	31,4 B
UR automatizado (%)	55 A	54 A
UR tradicional (%)	56 A	56 A
UR externa (%)	62 B	61 B
IEC automatizado (kJ/kg de ar seco)	78,3 A	79,4 A
IEC tradicional (kJ/kg de ar seco)	79,6 B	80,8 A
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	74,5 C	75,3 B

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Durante a 1ª semana, a média da temperatura do ar dentro dos galpões ficou entre 33,4 e 34°C, ficando dentro do intervalo requerido para as aves na 1ª semana de vida, que é de 33 a 35°C, segundo recomendações de Macari e Furlan (2001). Temperaturas abaixo ou acima desse intervalo afetam a saúde e o desempenho dos animais (VIEIRA *et al.*, 2016). Caso estivessem submetidas a temperaturas abaixo do recomendado, as aves estariam sofrendo desconforto térmico por frio, condição esta que poderia comprometer o desempenho zootécnico das aves. Na fase inicial de vida, frangos de corte são bastante sensíveis a baixas temperaturas, que podem comprometer negativamente seu desenvolvimento, podendo levar a enormes prejuízos financeiros (SCHIASI *et al.*, 2015). As médias das temperaturas não diferiram estatisticamente entre os galpões na 1ª semana. Isso demonstra uma condição de igualdade entre os ambientes nesta semana. O mesmo aconteceu com as médias da umidade relativa do ar, onde estas não diferiram estatisticamente entre os dois galpões.

A umidade relativa do ar ficou próxima a ideal, que é de 60%, segundo Macari e Furlan (2001). O IEC entre os galpões automatizado e tradicional diferiram ($p < 0,05$) no turno da manhã, ficando o valor do galpão tradicional um pouco mais elevado, devido à combinação de valores de temperatura e umidade relativa do ar ter sido um pouco maior neste galpão.

A Tabela 7 contém os valores do teste de médias e teste de hipóteses para as variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e do IEC, entre os quadrantes dos galpões, na 1ª semana de avaliação.

Praticamente todos os quadrantes apresentaram temperaturas ideais para frangos de corte na 1ª semana de vida. O 2º quadrante do galpão automatizado ficou abaixo, mas muito próximo de alcançar o valor de 33°C. Se a temperatura se encontra abaixo das exigências térmicas das aves, grande parte da energia ingerida na ração que poderia ser utilizada para produção é desviada para manutenção do sistema termorregulador (CORDEIRO *et al.*, 2010). Estes autores ainda ressaltam que as aves em estresse por frio tendem a ingerir menor quantidade de água e o menor consumo de água tem efeito direto no consumo de ração.

De acordo com a avaliação do IEC todos os quadrantes se encontraram dentro da faixa de conforto térmico para frangos de corte na 1ª semana de vida, mantendo as aves em um ambiente termoneutro, favorecendo o desenvolvimento das aves. A faixa ideal de IEC para esta semana é de 77 a 88,3 kJ/kg de ar seco.

Segundo a estatística do teste t foi possível observar que no turno da manhã as médias do IEC do galpão automatizado diferiram ($p < 0,05$) das médias do galpão tradicional, sendo as médias do galpão automatizado menores. Apesar, de nesta semana as condições

ambientais dos galpões diferirem estatisticamente, as médias de IEC dos dois se mantiveram na zona de conforto térmico.

Tabela 7 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C), umidade relativa do ar (UR, em %) e IEC (kJ/kg de ar seco), na 1ª semana de criação de frangos de corte, em cada quadrante, em galpão automatizado e tradicional nos turnos, bem como ambiente externo, nos turnos manhã e da tarde

Observações	Manhã		Tarde	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
T 1° Q (°C)	33,5 AB ^{ns}	33,2 A	34,0 A*	33,4 A
T 2° Q (°C)	32,9 A*	33,9 A	33,9 A ^{ns}	34,0 B
T 3° Q (°C)	33,8 B ^{ns}	34,0 A	34,1 A ^{ns}	34,3 B
T externa (°C)	31,0 C	31,0 B	31,4 B	31,4 C
UR 1° Q (%)	55 A*	57 A	55 AB*	57 A
UR 2° Q (%)	56 A*	54 A	56 A ^{ns}	55 A
UR 3° Q (%)	55 A ^{ns}	56 A	52 B*	56 A
UR externa (%)	62 B	62 B	61 C	61 B
IEC 1° Q (kJ/kg de ar seco)	78,2 A*	79,3 A	79,8 A ^{ns}	79,9 A
IEC 2° Q (kJ/kg de ar seco)	77,5 A*	78,6 A	80,4 A ^{ns}	80,2 A
IEC 3° Q (kJ/kg de ar seco)	79,3 B*	81,0 B	78,1 B*	82,5 B
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	74,5 C	74,5 C	75,3 C	75,3 C

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); Q: quadrante.

6.1.1.2 Avaliação na 2ª semana de vida das aves

A Tabela 8 contém os valores do teste de médias para as variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 2ª semana de avaliação.

De acordo com a tabela dos dados ambientais da 2ª semana de vida dos animais é possível observar que a temperatura dos galpões ficou dentro do intervalo ideal, que é de 30 a 33°C (MACARI; FURLAN, 2001). Somente durante o turno da manhã, enquanto que os valores das médias não diferiram entre os galpões. Já no turno da tarde, a média dos valores de temperatura ficaram um pouco acima do ideal.

As médias do IEC não diferiram estatisticamente entre os galpões, em ambos os turnos, refletindo os valores aproximados de temperatura do ar e umidade relativa do ar entre os ambientes nesta semana.

Tabela 8 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %), obtidas pelos registros das miniestações meteorológicas, na 2ª semana de criação de frangos de corte, em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, seguidos dos respectivos cálculos do IEC (kJ/kg de ar seco)

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
T automatizado (°C)	32,3 A	33,1 A
T tradicional (°C)	32,4 A	33,2 A
T externa (°C)	32,0 A	32,2 B
UR automatizado (%)	56 A	58 A
UR tradicional (%)	56 A	59 A
UR externa (%)	50 B	57 A
IEC automatizado (kJ/kg de ar seco)	74,8 A	79,7 A
IEC tradicional (kJ/kg de ar seco)	75,4 A	80,4 A
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	69,7 B	74,9 B

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Na Tabela 9 estão contidos os valores do teste de médias e teste de hipóteses na 2ª semana de avaliação.

Tabela 9 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C), umidade relativa do ar (UR, em %) e IEC (kJ/kg de ar seco), na 2ª semana de criação de frangos de corte, em cada quadrante, em galpão automatizado e tradicional nos turnos da manhã e da tarde

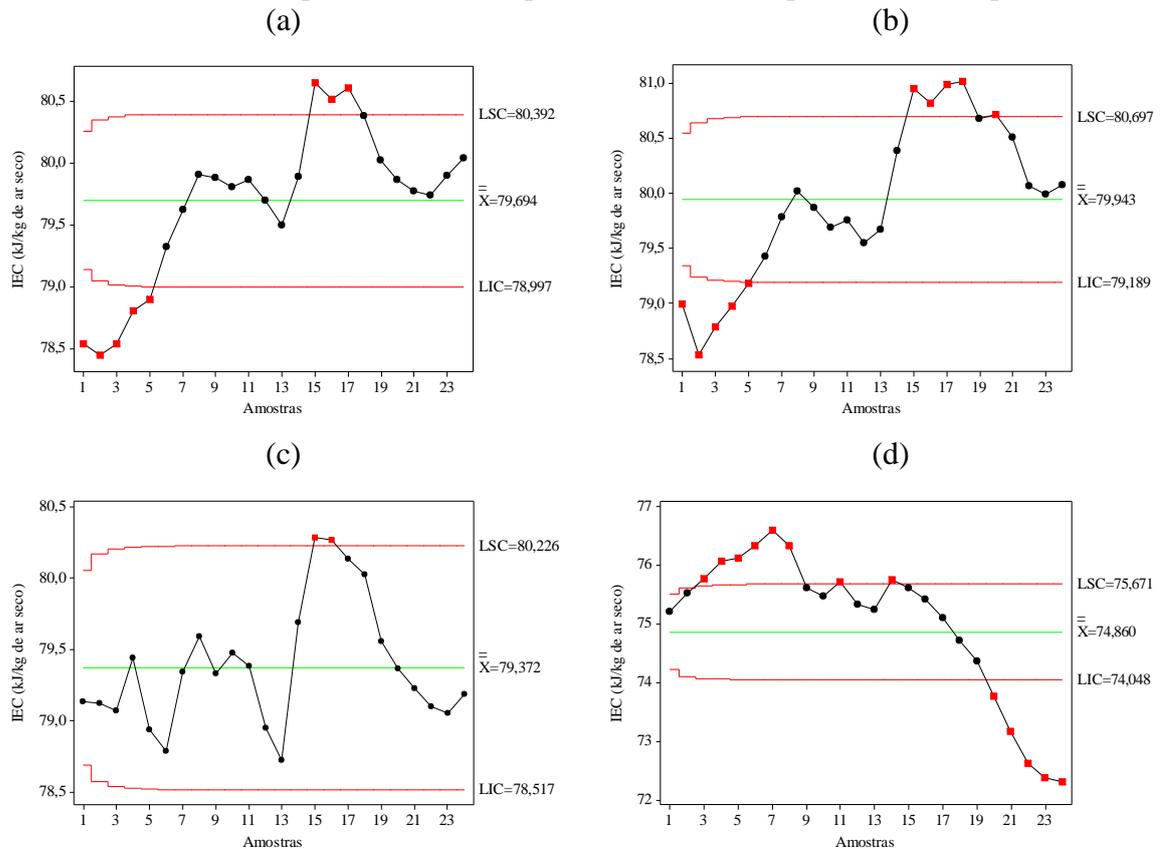
Observações	Manhã		Tarde	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
T 1° Q (°C)	32,0 A ^{ns}	32,0 A	33,1 A ^{ns}	33,0 A
T 2° Q (°C)	32,2 A ^{ns}	32,5 A	33,1 A ^{ns}	33,3 A
T 3° Q (°C)	32,6 A ^{ns}	32,6 A	33,3 A ^{ns}	33,2 A
T externa (°C)	32,0 A	32,0 A	32,2 B	32,2 B
UR 1° Q (%)	56 A ^{ns}	56 A	59 A ^{ns}	59 AC
UR 2° Q (%)	56 A ^{ns}	55 A	59 A ^{ns}	58 AC
UR 3° Q (%)	56 A ^{ns}	57 A	57 A*	60 B
UR externa (%)	50 B	50 B	57 A	57 C
IEC 1° Q (kJ/kg de ar seco)	73,8 A ^{ns}	74,3 A	79,7	79,4 A
IEC 2° Q (kJ/kg de ar seco)	74,2 A*	74,9 A	79,9 ^{ns}	80,2 A
IEC 3° Q (kJ/kg de ar seco)	76,2 B*	77,0 B	79,4*	81,6 B
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	69,7 C	69,7 C	74,9	74,9 C

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$); Q: quadrante.

Segundo as médias do IEC é possível observar que no turno da manhã as aves estiveram em conforto térmico em todos os quadrantes, porém no turno da tarde os valores do IEC nos dois tipos de galpão ultrapassaram a faixa de conforto térmico que se encontra entre 66,9 e 77,0 kJ/kg de ar seco.

No turno da tarde, os dados do IEC no 2º quadrante, no galpão automatizado, apresentaram alta variação e não tiveram normalidade de distribuição, impossibilitando a realização do teste de médias neste caso, por isso, foi feita uma avaliação da média móvel exponencialmente ponderada destes dados. Os gráficos da MMEP do IEC da 2ª semana, no turno da tarde estão representados na Figura 13.

Figura 13 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) no interior no galpão automatizado e na parte externa do galpão, na 2ª semana, no turno da tarde: (a) 1º quadrante; (b) 2º quadrante; (c) no 3º quadrante; e (d) parte externa



De acordo com a avaliação dos gráficos, é possível observar que a maioria dos valores do IEC ficaram fora dos limites superior (LSC) e do limite inferior (LIC), representados pelas linhas vermelhas. Essa elevada quantidade de pontos fora dos limites demonstra que houve muita oscilação nos valores desta variável. Os autores Campos (2007) e Barros (2008) consideram que se 95% dos pontos estiverem dentro dos limites de controle o processo apresenta estabilidade. De acordo com os quatro gráficos acima, é possível observar que mais de 5% dos pontos estão fora dos limites, mostrando que o processo não apresenta estabilidade. O processo é considerado instável, devido a sua alta variação, tornando esse processo fora do limite de controle estatístico. Em condições agrícolas são normais as altas variações e Albiero

et al. (2012) afirmam que isso ocorre porque elas estão distantes de terem o mesmo controle que os processos industriais, onde todas as condições e fatores que podem intervir no processo são controlados.

6.1.1.3 Avaliação na 3ª semana de vida das aves

A Tabela 10 contém os valores do teste de médias para as variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 3ª semana de avaliação.

Tabela 10 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %), obtidas pelos registros das miniestações meteorológicas, na 3ª semana de criação de frangos de corte, em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, seguidos dos respectivos cálculos do IEC (kJ/kg de ar seco)

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
T automatizado (°C)	30,6 A	31,1 A
T tradicional (°C)	30,8 A	31,1 A
T externa (°C)	32,9 B	32,9 B
UR automatizado (%)	62 A	64 A
UR tradicional (%)	61 A	59 B
UR externa (%)	51 B	55 C
IEC automatizado (kJ/kg de ar seco)	73,6 A	76,9 A
IEC tradicional (kJ/kg de ar seco)	73,7 A	73,4 B
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	73,0 A	76,5 A

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na 3ª semana o ideal é que as temperaturas do ar estejam dentro do intervalo de 27 a 30°C, segundo Macari e Furlan (2001). Em ambos os galpões e turnos, a temperatura do ar superou o valor máximo.

Nesta semana o manejo de cortinas mais eficaz poderia ter feito com que as temperaturas ficassem mais próximas do ideal, já que elas foram pouco baixas e o galpão ficou mais fechado, dificultando as trocas térmicas com o ambiente externo aos galpões.

Algumas médias da umidade relativa do ar nesta semana ultrapassaram o valor ideal, que é de 60%. Caso as cortinas estivessem mais baixas haveria maior circulação de ar no interior dos galpões, que teria auxiliado na retirada do excesso de umidade no ar.

Na Tabela 11 estão contidos os valores do teste de médias e teste de hipóteses das variáveis ambientais de temperatura, umidade relativa do ar e do IEC, entre os quadrantes dos galpões, na 3ª semana de avaliação.

Tabela 11 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C), umidade relativa do ar (UR, em %) e IEC (kJ/kg de ar seco), na 3ª semana de criação de frangos de corte, em cada quadrante, em galpão automatizado e tradicional nos turnos da manhã e da tarde

Observações	Manhã		Tarde	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
T 1° Q (°C)	30,4 A ^{ns}	30,9 A	30,5 A*	31,0 AB
T 2° Q (°C)	30,6 A ^{ns}	30,8 A	31,3 B*	31,6 A
T 3° Q (°C)	30,8 A ^{ns}	30,8 A	31,5 B*	30,7 B
T externa (°C)	32,9 B	32,9 B	32,9 C	32,9 C
UR 1° Q (%)	61 A ^{ns}	61 AB	64 AB*	55 A
UR 2° Q (%)	60 A ^{ns}	59 A	62 A ^{ns}	61 B
UR 3° Q (%)	66 B*	63 B	67 B*	62 B
UR externa (%)	51 C	51 C	55 C	55 A
IEC 1° Q (kJ/kg de ar seco)	72,1 A*	74,0 AB	74,6 A*	69,7 A
IEC 2° Q (kJ/kg de ar seco)	72,1 A ^{ns}	72,3 A	75,9 B ^{ns}	76,3 B
IEC 3° Q (kJ/kg de ar seco)	76,7 B*	74,7 B	80,2 C*	74,3 C
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	73,0 A	73,0 AB	76,5 B	76,5 B

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$); Q: quadrante.

O 1° quadrante, do galpão automatizado conseguiu manter no turno da tarde uma temperatura do ar menor e diferiu estatisticamente dos demais quadrantes deste galpão ($p>0,05$) e diferiu também do quadrante 1 do galpão tradicional, pois a hipótese nula foi afastada ($p<0,05$). Nesta semana os galpões não receberam ventilação artificial e esse quadrante, por estar na parte frontal do galpão e sem obstáculos como árvores, conseguiu captar mais ventilação natural. Em relação ao IEC dos quadrantes, foi possível observar que todos estavam situados na faixa de alerta, segundo a classificação das Tabelas de Entalpia para regiões ao nível do mar.

6.1.1.4 Avaliação na 4ª semana de vida das aves

Os resultados obtidos na 4ª semana mostraram que as aves se mantiveram acima da faixa de conforto térmico, para a referida fase de produção, em ambos os turnos e tipos de galpões, onde as médias de temperatura do ar apresentaram valores acima de 30°C (Tabela 12). Conforme Macari e Furlan (2001), o limite de temperatura do ar para produção de frangos de corte nessa fase é de 27°C.

Durante a 4ª semana, as médias de temperatura e umidade relativa do ar coletadas no interior das instalações não diferiram estatisticamente ($p>0,05$) entre o galpão automatizado e o tradicional, em ambos os turnos, assim como foi observado para o Índice Entalpia de

Conforto (IEC), apresentou médias que sinalizaram condições críticas, conforme a tabela (ANEXO D) de referência para a 4ª semana de vida de frangos de corte.

Tabela 12 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %), obtidas pelos registros das miniestações meteorológicas, na 4ª semana de criação de frangos de corte, em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, seguidos dos respectivos cálculos do IEC (kJ/kg de ar seco)

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
T automatizado (°C)	30,5 A	31,5 A
T tradicional (°C)	30,6 A	31,3 A
T externa (°C)	33,1 B	33,6 B
UR automatizado (%)	59 A	60 A
UR tradicional (%)	60 A	60 A
UR externa (%)	50 B	52 B
IEC automatizado (kJ/kg de ar seco)	71,1 A	74,8 A
IEC tradicional (kJ/kg de ar seco)	71,7 A	74,6 A
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	73,0 B	76,1 B

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Os valores referentes ao Índice Entalpia de Conforto (IEC) apontaram condição crítica para as aves, ao se considerar ambos os galpões avaliados, os quais não diferiram estatisticamente entre si ($p>0,05$). Mesmo com as aves submetidas a condições de umidade relativa do ar a níveis aceitáveis para espécie, o IEC apontou condição crítica de estresse térmico, em virtude das médias de temperatura do ar elevadas obtidas. Em países tropicais como o Brasil, as condições de conforto térmico dificilmente são obtidas, visto que, durante quase o ano todo a temperatura ambiente, a intensidade de radiação solar e umidade do ar são muito elevadas (MARCHINI *et al.*, 2007). A afirmação destes autores reflete às condições do local onde ocorreram as coletas de dados.

Na Tabela 13 estão contidos os valores do teste de médias e teste de hipóteses, entre os quadrantes dos galpões, para as variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 4ª semana de avaliação.

Avaliando a variação da temperatura e umidade relativa do ar nos galpões por quadrantes, é possível observar que os quadrantes 2 e 3 apresentaram valores de temperatura mais elevados em relação ao quadrante 1, enquanto que a umidade relativa do ar se manteve com valores mais aproximados, independente da área do galpão, não diferindo estatisticamente entre os quadrantes ($p>0,05$).

Tabela 13 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C), umidade relativa do ar (UR, em %) e IEC (kJ/kg de ar seco), na 4ª semana de criação de frangos de corte, em cada quadrante, obtidas em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, por meio dos registros das miniestações meteorológicas e comparação com os dados coletados pelo PSEC

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	PSEC	Auto.	Trad.	PSEC
T 1° Q (°C)	29,6 A ^{ns}	30,3 A		30,8 A ^{ns}	30,6 A	
T 2° Q (°C)	30,8 ABa	31,2 Aa	29,4 b	31,8 Ba	31,9 Ba	31,7 a
T 3° Q (°C)	31,0 B ^{ns}	30,3 A		31,8 B ^{ns}	31,5 B	
T externa (°C)	33,1 C	33,1 B		33,6 C	33,6 C	
UR 1° Q (%)	60 A ^{ns}	58 A		60 A ^{ns}	60 A	
UR 2° Q (%)	59 Aa	59 Aa	43 b	60 Aa	59 Aa	37 b
UR 3° Q (%)	59 A ^{ns}	61 A		59 A ^{ns}	61 A	
UR externa (%)	50 B	50 B		52 B	52 B	
IEC 1° Q (kJ/kg de ar seco)	68,9 A*	70,0 A		72,6 A*	72,1 A	
IEC 2° Q (kJ/kg de ar seco)	72,2 Ba	73,0 Ba	56,5 b	76,2 Ba	75,9 Ba	58,9 b
IEC 3° Q (kJ/kg de ar seco)	72,3 B ^{ns}	72,0 B		75,7 B ^{ns}	75,8 B	
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	73,0 B	73,0 B		76,1 B	76,1 B	

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$); Q: quadrante.

A partir desta semana houve início a coleta de dados do PSEC. Foi possível verificar a partir da análise estatística, entre os dados do sensor e das miniestações meteorológica, que houve diferença significativa ($p<0,05$) entre estes, para a variável temperatura do ar, no turno da manhã, e para a variável umidade relativa do ar, em ambos os turnos. A média dos dados de umidade relativa do ar encontrados no turno da manhã e da tarde pelo PSEC foram discrepantes dos encontrados pelas miniestações meteorológica.

A diferença entre os dados dos aparelhos ficou mais evidente quando foi feito o cálculo do IEC, onde as médias das miniestações meteorológicas indicaram uma condição crítica no ambiente dos galpões e o IEC do PSEC indicou uma condição de conforto no turno da manhã e de alerta no turno da tarde no galpão automatizado.

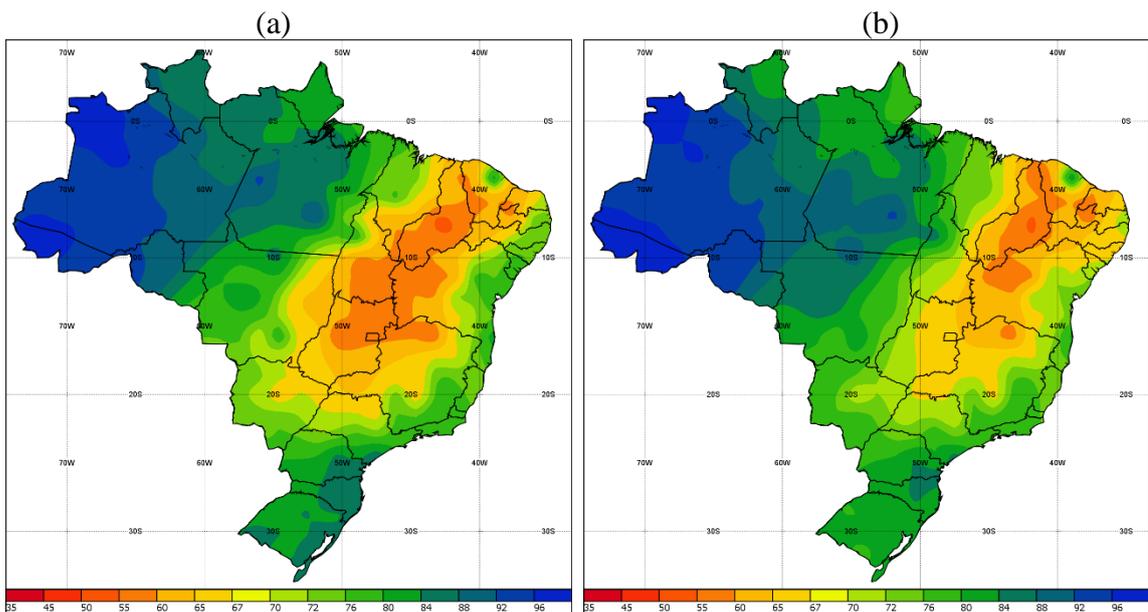
Os baixos valores de temperatura e umidade relativa do ar coletados pelo PSEC tiveram mais impacto na média do IEC e fizeram com que o galpão automatizado acusasse condição de conforto térmico no turno da manhã.

Durante esta semana os ventiladores não foram acionados no galpão automatizado, pois na maioria dos momentos o PSEC calculou valores de IEC que indicavam uma condição de alerta por frio ou condição ideal, devido aos baixos valores de umidade relativa do ar registrados. Em alguns momentos o PSEC calculou valores de IEC que apontaram que o ambiente entrou em condição de alerta, porém os valores não foram classificados corretamente

pelo protótipo, assim não houve o acionamento dos ventiladores. Além de realizar o cálculo correto do IEC, o aparelho precisa classificá-lo como uma condição de estresse e assim sinalizar o acionamento dos ventiladores. Já o galpão tradicional teve os ventiladores acionados manualmente nos horários mais quentes a partir do 3º dia de coleta dessa semana. O pouco uso dos ventiladores no galpão tradicional e não uso da nebulização durante esta semana, fez com que este ambiente tivesse elevados valores de IEC, indicando condição de estresse térmico para as aves.

Avaliando os mapas da Normal Climatológica do Brasil, da variável umidade relativa do ar, no horário de 9:00 horas (Figura 14a) e 15:00 horas (Figura 14b), dos anos de 1981 a 2010, é possível observar que a região onde os dados foram coletados está numa zona onde a média da umidade fica entre 60 e 70%.

Figura 14 – Mapas das Normais Climatológicas do Brasil, da variável umidade relativa do ar, dos anos de 1981 a 2010: (a) no horário de 9:00 horas; e (b) no horário de 15:00 horas



Fonte: INMET (2018).

A cidade onde foram coletados os dados, é uma zona litorânea e costuma ter elevados valores de umidade relativa do ar. De acordo com os dados do site Weather Spark, que fornece dados do clima típico de vários lugares, na cidade de Beberibe, no mês de agosto a umidade relativa do ar, baseada no ponto de orvalho, fica 50% do tempo entre 62 e 72%. Desta forma, os valores de umidade relativa do ar da região ficam mais próximos dos valores registrados pelas miniestações meteorológicas.

6.1.1.5 Avaliação na 5ª semana de vida das aves

Durante a 5ª semana de coleta, as médias de temperatura e umidade relativa do ar mantiveram-se com valores similares aos valores encontrados na semana anterior, entretanto, nessa fase o limite de temperatura do ar de conforto para frangos de corte reduz-se para 24°C (MACARI; FURLAN, 2001), o que torna a condição de estresse das aves ainda mais acentuada (Tabela 14). Segundo Tinôco (1998) aves adultas necessitam de temperaturas do ar de 16 a 23°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%, para que o ambiente seja considerado confortável termicamente. Já Abreu e Abreu (2011) apontam temperaturas do ar mais baixas como ideais, sendo 20°C a partir da 5ª semana.

Tabela 14 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %), obtidas pelos registros das miniestações meteorológicas, na 5ª semana de criação de frangos de corte, em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, seguidos dos respectivos cálculos do IEC (kJ/kg de ar seco)

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
T automatizado (°C)	30,5 A	30,8 A
T tradicional (°C)	30,7 A	30,8 A
T externa (°C)	33,1 B	32,8 B
UR automatizado (%)	59 A	63 A
UR tradicional (%)	60 A	64 A
UR externa (%)	51 B	57 B
IEC automatizado (kJ/kg de ar seco)	71,1 A	74,7 A
IEC tradicional (kJ/kg de ar seco)	72,1 AB	75,2 A
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	73,4 B	77,1 B

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Na 5ª semana as médias do IEC nos dois galpões se encontraram em estado letal no turno da tarde, de acordo com os valores captados pelas miniestações meteorológicas. As médias dos dois galpões em cada turno não diferiram estatisticamente ($p>0,05$). A elevação do índice em questão no turno da tarde, nesta semana, ocorreu devido às médias de UR terem sido maiores nesse período, já que houve início a nebulização dos galpões. Apesar de os valores de umidade relativa do ar terem se mantido dentro do ideal é importante ressaltar que a combinação de UR alta e T elevada é prejudicial aos animais. Assim, a temperatura do ar elevada e a junção com a umidade relativa do ar um pouco mais elevada esta semana, causaram mais desconforto térmico aos frangos de corte. Segundo Sevegnani *et al.* (2005) em situação de alta temperatura e alta umidade, os mecanismos fisiológicos dos frangos de corte estão todos voltados à refrigeração do organismo, podendo haver prejuízo ao metabolismo dos animais.

De acordo com a Tabela 15 é possível observar, que assim como na 4ª semana as médias do IEC se encontraram em estado crítico, de acordo com os valores captados pelas miniestações meteorológicas.

Tabela 15 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C), umidade relativa do ar (UR, em %) e IEC (kJ/kg de ar seco), na 5ª semana de criação de frangos de corte, em cada quadrante, obtidas em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, por meio dos registros das miniestações meteorológicas e comparação com os dados coletados pelo PSEC

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	PSEC	Auto.	Trad.	PSEC
T 1° Q (°C)	30,1 A ^{ns}	30,1 A		30,2 A ^{ns}	30,1 A	
T 2° Q (°C)	30,8 Aa	31,3 Ba	29,5 b	31,0 Aa	31,3 Ba	30,1 b
T 3° Q (°C)	30,6 A ^{ns}	30,6 AB		31,2 A ^{ns}	31,0 AB	
T externa (°C)	33,1 B	33,1 C		32,8 B	32,8 C	
UR 1° Q (%)	59 A ^{ns}	60 A		64 A ^{ns}	64 A	
UR 2° Q (%)	59 Aa	59 Aa	40 b	63 Aa	62 Aa	39 b
UR 3° Q (%)	58 A*	61 A		61 A*	65 A	
UR externa (%)	51 B	51 B		57 B	57 B	
IEC 1° Q (kJ/kg de ar seco)	70,1 A ^{ns}	70,2 A		73,2 A*	72,9 A	
IEC 2° Q (kJ/kg de ar seco)	72,3 BCa	73,5 Ba	55,7 b	75,9 Ba	76,3 Ba	56,3 b
IEC 3° Q (kJ/kg de ar seco)	70,8 BA*	72,8 B		74,9 C*	76,4 B	
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	73,4 C	73,4 B		77,1 D	77,1 C	

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$); Q: quadrante.

Ainda de acordo com a Tabela 15 é possível observar que as médias de valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC coletados pelo PSEC se apresentaram abaixo da média e diferiram estatisticamente ($p<0,05$) dos coletados pelas miniestações meteorológicas. Durante esta semana a média do IEC do PSEC indicou uma condição de alerta no galpão automatizado. Houve acionamento dos ventiladores todos os dias e nos dois turnos, no galpão automatizado. Sempre que a condição de alerta do IEC era classificada pelo PSEC os ventiladores eram acionados, isso fez com que o uso dos ventiladores fosse bem prolongado durante todo o dia neste ambiente.

Através da análise dos dados internos do PSEC foi possível observar que os valores calculados de IEC só demonstraram necessidade de nebulização no galpão automatizado em quatro momentos durante esta semana. Apesar de os dados internos terem registrados esta condição, em campo o PSEC indicou em mais momentos necessidade de nebulização, através do acionamento da luz LED laranja do aparelho, e nesses momentos o galpão automatizado era nebulizado. Porém, a combinação de valores de temperatura e umidade relativa do ar mostrados

no visor do aparelho, no momento do acionamento da luz de LED laranja, indicavam um valor de IEC na condição de alerta, onde ainda não há necessidade de nebulização, conforme cálculos realizados posteriormente. Assim, a avaliação dos dados do PSEC, juntamente com os dados colhidos em campo, mostrou que o PSEC indicou necessidade equivocada de nebulização. Comparado com o galpão tradicional, o galpão automatizado indicou menos necessidade de nebulização, resultando em menores valores de umidade relativa do ar neste ambiente. Damasceno *et al.* (2010) relataram que no período do 21º ao 43º dia de vida das aves, correspondendo às fases de crescimento e final da produção, existe a necessidade de se fazer o resfriamento do ambiente no interior do galpão, a fim de se promover condições adequadas de produção, proporcionando assim, conforto térmico aos frangos de corte.

A pouca necessidade de nebulização, apontada pelo PSEC, devido aos valores inferiores de umidade relativa do ar, dificultou a correta climatização do ambiente e prejudicou o conforto térmico dos frangos de corte nesta semana. Apesar de a temperatura ser um dado climatológico muito importante, esta deve ser analisada em conjunto com a umidade relativa do ar, pois seus efeitos podem ser atenuados ou intensificados em conjunto com este outro fator (QUEIROZ, 2014). Durante o turno da tarde as médias de IEC foram mais elevadas e indicaram uma condição letal nos dois galpões avaliados.

6.1.1.6 Avaliação na 6ª semana de vida das aves

De acordo com a Tabela 16, que contém os valores do teste de médias para as variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 6ª semana de avaliação, foi possível observar que as médias de temperatura do ar estiveram bastante acima do limite superior de conforto para frangos de corte nessa fase, conforme preconizado por Macari e Furlan (2001), os quais afirmam que a faixa de limite de conforto não ultrapassa 24°C. Dessa forma, os resultados obtidos apontaram que as aves foram submetidas a estresse por calor em ambos os galpões e turnos.

A umidade relativa do ar, por outro lado, mostrou-se dentro dos níveis ideais para a produção de frangos de corte. De acordo com Macari e Furlan (2001) a umidade relativa ótima deve estar em torno de 60%, para que haja melhor produção de frangos de corte. As médias de valores da umidade ficaram entre 57 e 65% nesta semana. Mesmo a umidade relativa do ar estando dentro de valores seguros para frangos de corte na 6ª semana, a temperatura estava muito elevada e fez com que os valores de IEC ficassem na faixa crítica. Os resultados obtidos do IEC, na 6ª semana, apresentaram condição crítica para as aves, em ambos os tratamentos e

turnos, sendo que durante o turno da manhã, o IEC encontrado no galpão automatizado não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) dos valores encontrados no galpão tradicional.

Tabela 16 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C) e umidade relativa do ar (UR, em %), obtidas pelos registros das miniestações meteorológicas, na 6ª semana de criação de frangos de corte, em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, seguidos dos respectivos cálculos do IEC (kJ/kg de ar seco)

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
T automatizado (°C)	30,6 A	30,5 A
T tradicional (°C)	30,2 A	29,3 B
T externa (°C)	34,7 B	33,7 C
UR automatizado (%)	57 A	60 A
UR tradicional (%)	59 A	65 B
UR externa (%)	44 B	50 C
IEC automatizado (kJ/kg de ar seco)	69,7 A	71,7 A
IEC tradicional (kJ/kg de ar seco)	69,8 A	70,9 B
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	72,8 B	74,8 C

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

No turno da tarde a umidade relativa do ar no galpão automatizado foi menor que no galpão tradicional ($p<0,05$). O galpão tradicional obteve a menor média de temperatura do ar ($p<0,05$), devido a maior nebulização, que refletiu diretamente na média do IEC deste galpão, que foi menor ($p<0,05$) que do galpão automatizado. Welker *et al.* (2008) encontraram em experimento, comparando diferentes sistemas de climatização, que galpões utilizando a combinação de ventilação e nebulização obtiveram médias de CTR (carga térmica de radiação) de 430,43 e 392,82 W/m², as 11:00 horas e 14:00 horas respectivamente, enquanto que galpões somente com ventilação obtiveram médias de 528,25 e 524,96 W/m² nos mesmos horários. Os resultados destes autores mostraram que a nebulização, juntamente com a ventilação, melhorou a condição térmica do ambiente avaliado. No galpão tradicional o uso da nebulização não foi prolongado o suficiente para fazer com que o ambiente saísse da média de IEC crítico.

Na Tabela 17 estão contidos os valores do teste de médias e teste de hipóteses, entre os quadrantes dos galpões, para as variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 6ª semana de avaliação.

Tabela 17 – Teste de médias das variáveis ambientais de temperatura do ar (T, em °C), umidade relativa do ar (UR, em %) e IEC (kJ/kg de ar seco), na 6ª semana de criação de frangos de corte, em cada quadrante, obtidas em galpão automatizado, tradicional e ambiente externo nos turnos da manhã e da tarde, por meio dos registros das miniestações meteorológicas e comparação com os dados coletados pelo PSEC

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	PSEC	Auto.	Trad.	PSEC
T 1° Q (°C)	30,5 A ^{ns}	30,0 A		30,1 A*	29,5 AB	
T 2° Q (°C)	30,8 Aa	30,1 Aa	29,9 a	30,5 Aa	28,5 Ab	30,3 a
T 3° Q (°C)	30,7 A ^{ns}	30,4 A		30,8 A*	30,0 B	
T externa (°C)	34,7 B	34,7 B		33,7 B	33,7 C	
UR 1° Q (%)	56 A ^{ns}	58 A		60 A ^{ns}	62 A	
UR 2° Q (%)	57 Aa	59 Aa	36 b	62 Aa	68 Bb	35 c
UR 3° Q (%)	56 A*	59 A		58 A*	65 AB	
UR externa (%)	44 B	44 B		50 B	50 C	
IEC 1° Q (kJ/kg de ar seco)	69,1 A ^{ns}	68,7		70,7 A*	69,6 A	
IEC 2° Q (kJ/kg de ar seco)	70,6 B	69,8	54,0	72,9 Ba	69,9 Ab	53,9 c
IEC 3° Q (kJ/kg de ar seco)	69,4 A*	71,0		71,6 C*	73,3 B	
IEC externa (kJ/kg de ar seco)	72,8 C	72,8		74,8 D	74,8 C	

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$); Q: quadrante.

A Tabela 17 mostra que mais uma vez houve grande diferença dos valores de umidade relativa do ar coletados pelo PSEC e pelas miniestações meteorológicas ($p<0,05$). Os baixos valores de umidade relativa do ar fizeram com que a classificação do IEC do PSEC ficasse na faixa de alerta nos dois turnos, enquanto as miniestações meteorológicas demonstravam uma condição crítica no turno da manhã e uma condição variando de crítica a letal no turno da tarde. Assim, o PSEC acionou os ventiladores do galpão automatizado de forma correta, de acordo com as condições calculadas e classificadas pelo aparelho. Durante esta semana, em campo o PSEC indicou em alguns momentos necessidade de nebulização do ambiente, através do acionamento da luz de LED laranja e, às vezes, acionamento da luz LED vermelha. Porém, ao se observar posteriormente os dados calculados de IEC e a classificação deste índice foi possível observar que o sensor indicou a condição crítica ou letal de forma errônea, ocasionado por algum problema técnico. Essa mesma condição foi observada na 5ª semana. Através da avaliação dos dados internos do PSEC foi possível verificar que todos os dados registrados de IEC nesta semana, durante os dois turnos de avaliação, permaneceram entre a condição ideal e alerta, assim, mais uma vez foi constatada diferença entre os dados registrados internamente pelo PSEC e o acionamento das luzes de LED.

É interessante ressaltar que em nenhuma das semanas avaliadas os valores da umidade relativa do ar, medidas pelas miniestações meteorológicas, ultrapassaram o limite de

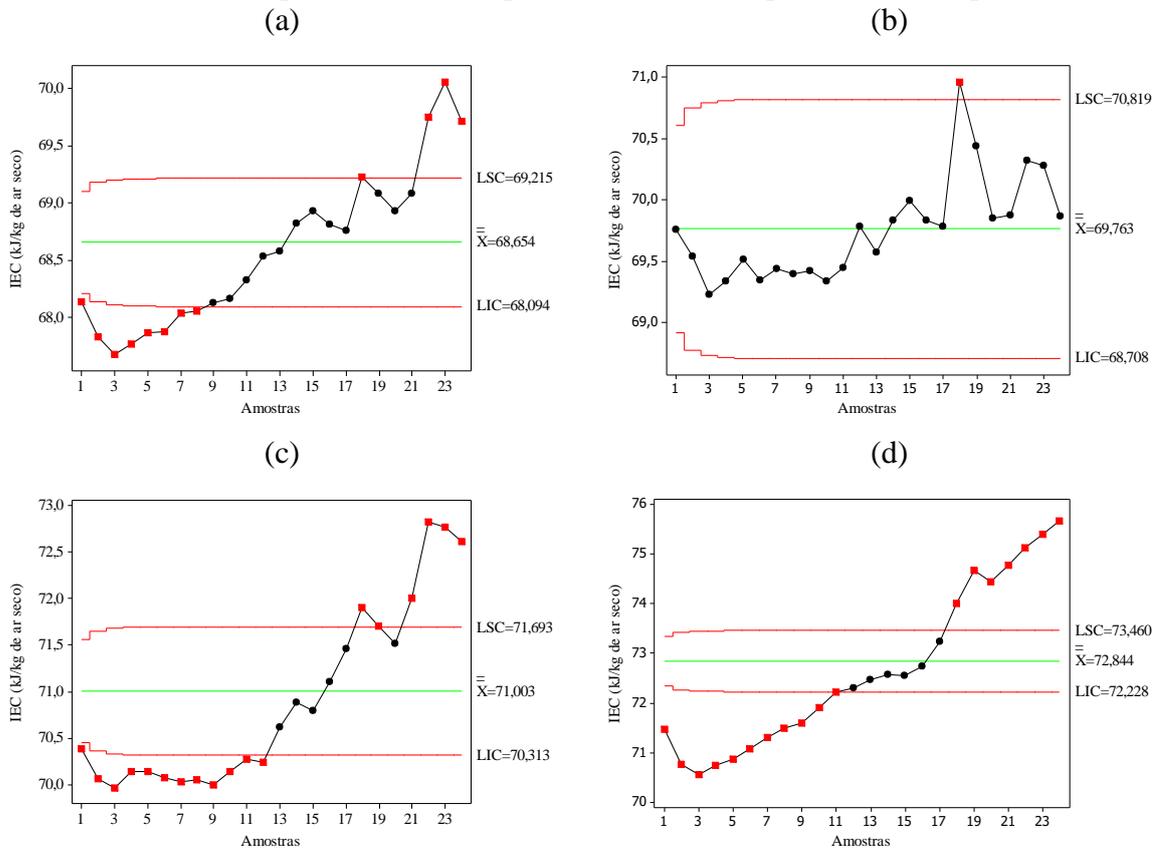
80%, segundo Macari e Furlan (2001). Mesmo o galpão tradicional, que recebeu bastante tempo de nebulização não teve valores superiores a 70%. Isso se deveu ao fato de que os nebulizadores funcionavam a alta pressão e, de acordo com Abre e Abreu (2009), quanto maior a pressão de trabalho do sistema, maior será a quebra da gota de água. Ainda segundo esses autores essa grande quebra da água, gera grande capacidade evaporativa ao mesmo tempo em que evita o condenável problema de molhar aves, alimentos ou equipamentos. Aliado a alta pressão, a grande quantidade de ventiladores no interior dos galpões fazia com que houvesse muita perda de nebulização por deriva, não deixando a umidade relativa do ar acumular no interior dos galpões.

Outra observação importante é que nem o galpão automatizado e nem o tradicional obtiveram resultados satisfatórios para o conforto térmico para frangos de corte. O galpão automatizado apresentou dados problemáticos devido a falha no protótipo PSEC e o galpão tradicional por falha humana, os galponistas não foram capazes de manejar de forma eficiente os mecanismos de climatização do galpão.

Os valores calculados de IEC no galpão tradicional, turno da manhã, não puderam passar pelo teste de Tukey, devido à ausência de normalidade. Assim foi necessário fazer a avaliação dos valores obtidos através da MMEP. Na Figura 15 estão os gráficos da MMEP do IEC da 6ª semana, no galpão tradicional, no turno da manhã.

Somente o gráfico do 2º quadrante (Figura 15b) que apresentou estabilidade, pois 95% dos pontos estão dentro dos limites superior e inferior, pois é possível observar que somente um ponto extrapolou o limite. O cálculo do IEC envolve valores de variáveis como, temperatura e umidade relativa do ar, sendo a umidade uma variável inconstante, que pode ter contribuído para a grande variação dos valores encontrados.

Figura 15 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) no interior no galpão tradicional e na parte externa do galpão, na 6ª semana, no turno da manhã: (a) 1º quadrante; (b) 2º quadrante; (c) no 3º quadrante; e (d) parte externa



6.1.2 Avaliação da velocidade do vento

A velocidade do vento foi avaliada através das médias calculadas em cada um dos galpões, durante a 4ª, 5ª e 6ª semana de avaliação, no turno da manhã e da tarde (Tabela 18) e através da análise da distribuição espacial, por meio de mapas de isolinhas desenvolvidos com o software Surfer®.

Através das médias, foi possível verificar que os valores de velocidade do vento na 4ª semana, no galpão automatizado foram inferiores aos do galpão tradicional e houve diferença estatística entre as médias ($p < 0,05$).

De acordo com as médias, foi perceptível que na 4ª semana os valores foram muito inferiores aos da 5ª e 6ª semana, nos dois turnos, nos dois galpões.

Através dos mapas de isolinhas e da visualização da distribuição espacial da velocidade do vento ao longo dos galpões fica mais fácil entender o comportamento desta variável, uma vez que as isolinhas sinalizam os pontos de igual valor nos mapas.

Tabela 18 – Teste de médias da velocidade do vento (VV, em $m.s^{-1}$), na 4^a, 5^a e 6^a semana, em galpão automatizado e tradicional no turno da manhã e da tarde

Observações		Velocidade do vento ($m.s^{-1}$)	
		Automatizado	Tradicional
Manhã	4 ^a semana	1,35 ± A*	1,50 A
	5 ^a semana	2,04 B*	2,89 B
	6 ^a semana	2,59 C*	2,34 C
Tarde	4 ^a semana	0,39 A ^{ns}	0,41 A
	5 ^a semana	1,82 B*	2,85 B
	6 ^a semana	2,37 C*	2,80 B

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Na Figura 16 estão expostos os mapas de isolinhas da velocidade do vento ($m.s^{-1}$) no turno da manhã e da tarde, da 4^a semana, nos dois galpões avaliados.

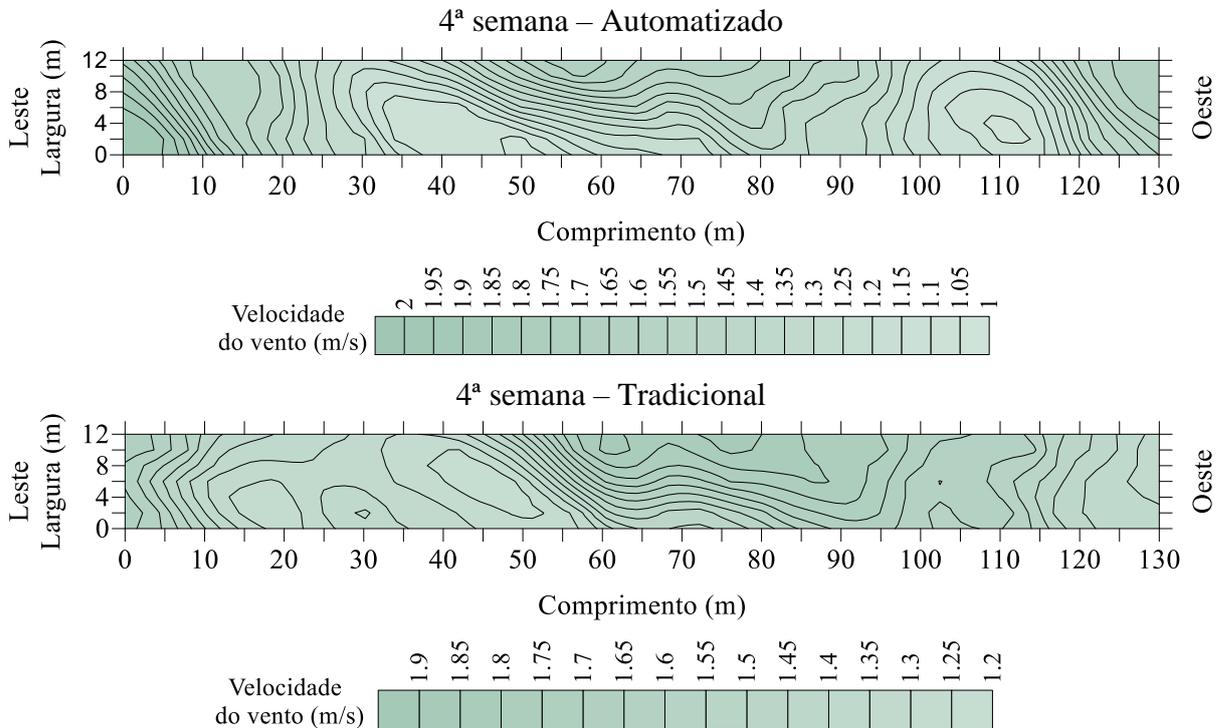
É possível observar pela intensidade das cores dos mapas, que no turno da tarde a velocidade do vento foi inferior as observadas do turno da manhã, pois no final da tarde a ventilação natural era reduzida drasticamente. Apesar de a velocidade do vento ser menor neste horário, os valores de temperatura do ar tendiam a cair e deixar o ambiente mais favorável ao conforto dos animais, assim os ventiladores do galpão tradicional não foram acionados no momento das coletas neste horário, ficando somente a ventilação natural ou espontânea agindo neste ambiente no momento da coleta de dados.

Devido ao pouco funcionamento dos ventiladores nesta semana, permanecendo quase sempre somente a ação da ventilação natural durante as coletas, é possível observar a distribuição irregular desta variável ao longo dos galpões.

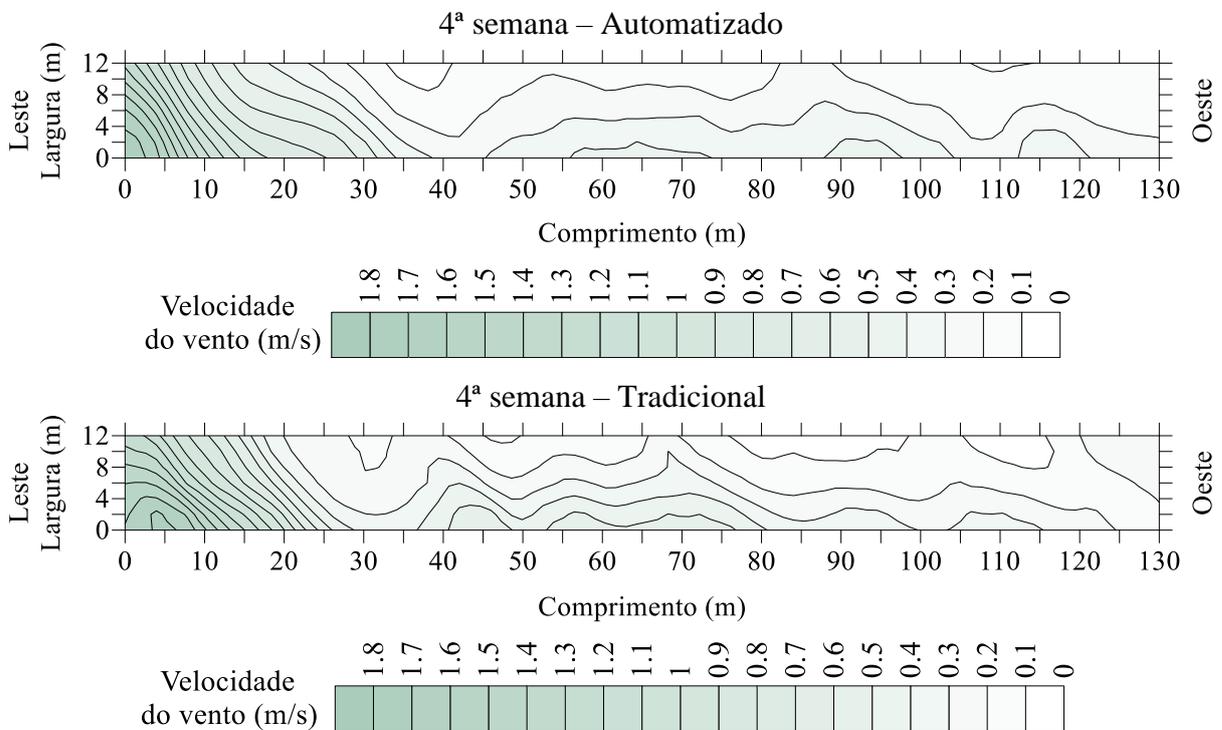
Assim, no turno da tarde, na 4^a semana, os maiores valores das velocidades do vento durante as coletas foram registrados na parte frontal dos galpões, no lado leste, pois estes eram os locais que recebiam mais ventilação natural, uma vez que na parte frontal dos galpões não haviam árvores ou obstáculos, ficando o restante do ambiente prejudicado e sem muita circulação. Silva *et al.* (2013), em galpões de pressão negativa contendo frangos de corte encontraram os maiores valores de velocidade do vento próximo a entrada de ar do ambiente, onde havia renovação constante do ar e onde foram encontradas as melhores zonas de conforto térmico. Na parte frontal dos galpões, analisados durante este experimento, sempre havia tendência de amontoamento dos animais, possivelmente por este lugar proporcionar melhores condições de conforto térmico aos animais.

Figura 16 – Mapas de isolinhas para o atributo velocidade do vento ($m.s^{-1}$) em galpões de frangos de corte, na 4ª semana, no turno da manhã e da tarde

MANHÃ



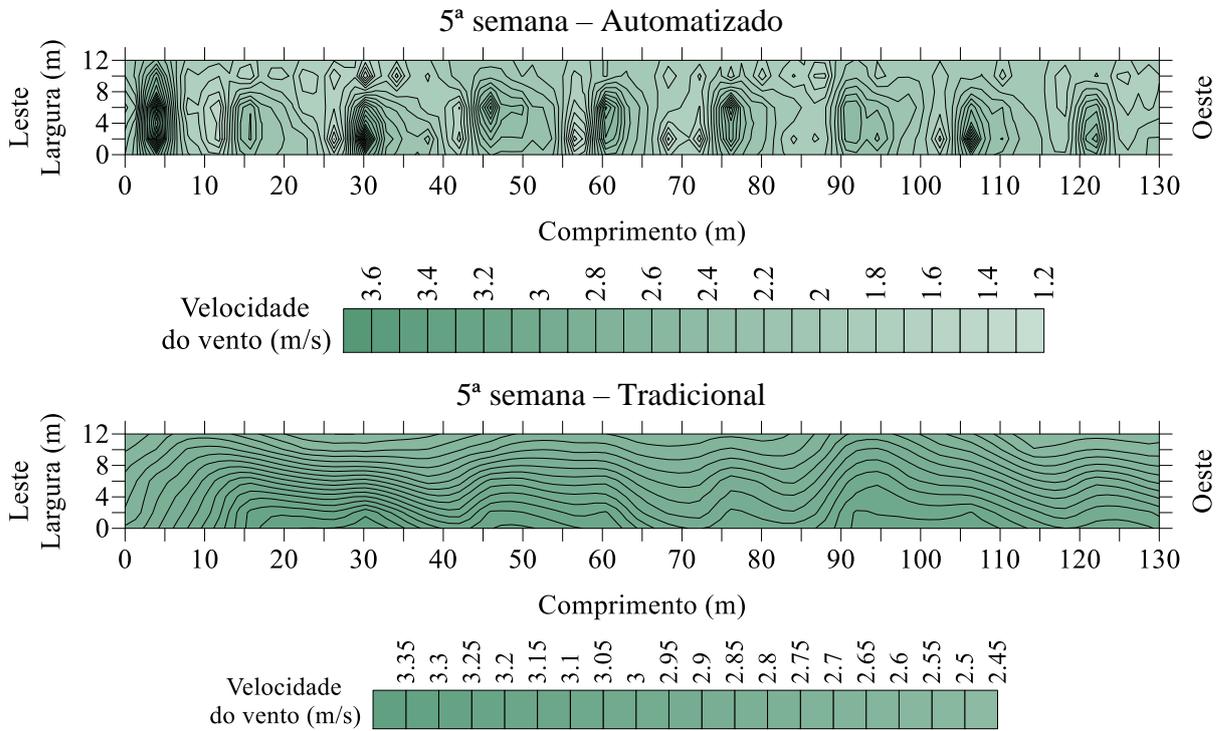
TARDE



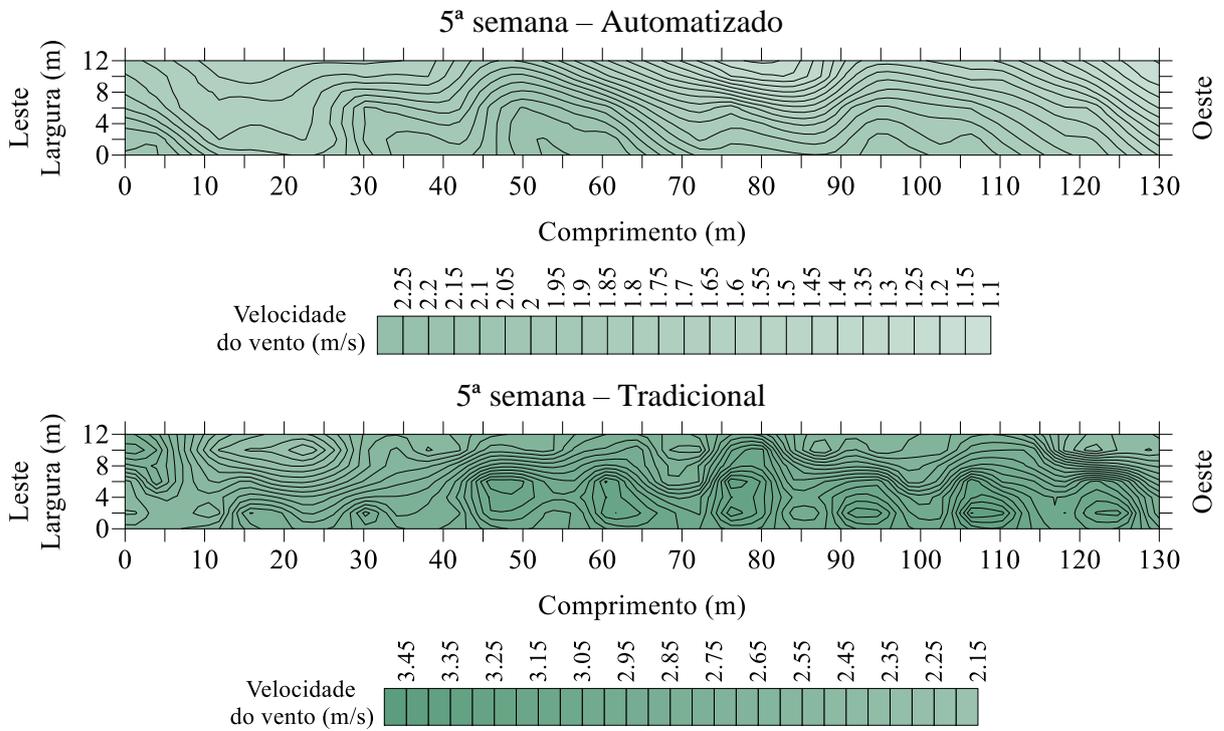
Os mapas de isolinhas da velocidade do vento ($m.s^{-1}$) no turno da manhã e da tarde, nos dois galpões avaliados, representativos da 5ª semana estão expostos na Figura 17.

Figura 17 – Mapas de isolinhas para o atributo velocidade do vento ($m.s^{-1}$) em galpões de frangos de corte, na 5ª semana, no turno da manhã e da tarde

MANHÃ



TARDE



Os mapas do turno da manhã mostraram que os valores da velocidade do vento no galpão tradicional foram mais uniformes nesta semana, pois no mapa do galpão automatizado

existem muitas áreas com concentrações de linhas de contorno fechadas, que mostram que houve grande variação nos valores, ou seja, flutuações grandes nos valores. Dentro dessas linhas de contorno fechadas os valores de velocidade do vento foram maiores, enquanto que nas outras áreas os valores foram menores. Algo semelhante ocorreu com os valores do galpão tradicional no turno da tarde, porém com menor intensidade.

Queiroz (2014) em experimento na mesma região, utilizando galpões com orientação leste-oeste, porém de menor porte, encontrou valores de velocidade do vento na 5ª semana variando de 1,66 a 2,26 m.s^{-1} no turno da manhã e de 1,60 a 2,25 m.s^{-1} no turno da tarde. Os valores encontrados por esta autora foram inferiores ao encontrados nesta avaliação, que chegaram a 3,60 m.s^{-1} no turno da manhã. Nos galpões avaliados neste experimento as linhas de ventiladores contavam com 4 aparelhos e a distribuição das linhas no comprimento eram bem próximas, fazendo sempre com que houvesse grande intensidade de ventilação quando os equipamentos eram acionados.

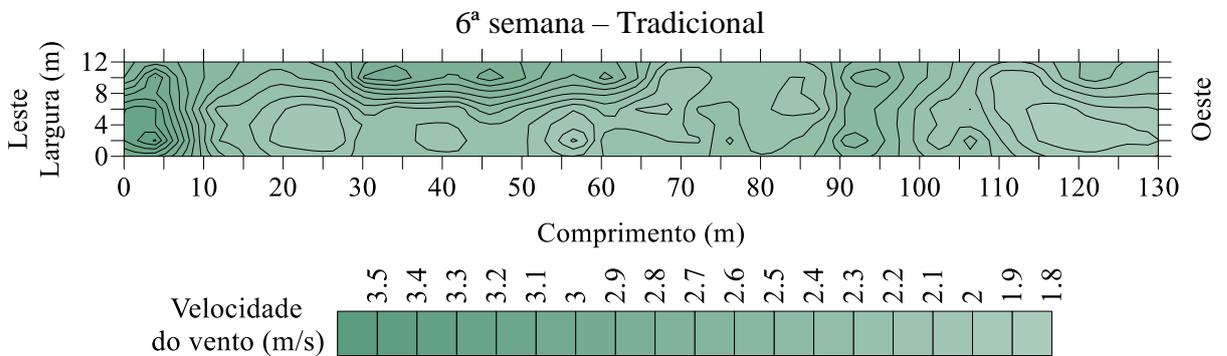
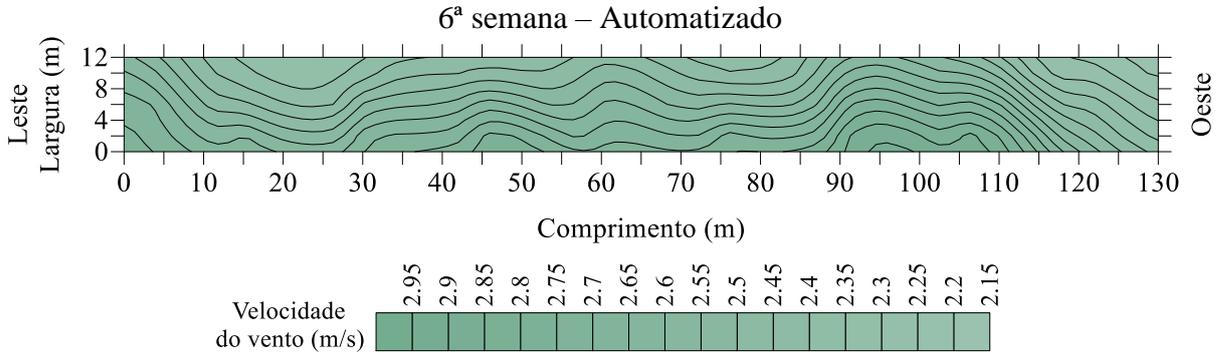
Na Figura 18 estão os mapas de isolinhas da velocidade do vento (m.s^{-1}) no turno da manhã e da tarde, nos dois galpões avaliados, durante as avaliações da 6ª semana.

Na 6ª semana o funcionamento dos ventiladores do galpão automatizado foi praticamente intermitente, parando pouquíssimas vezes de funcionar, ocorrendo paradas esporádicas somente no começo da manhã (8:00 horas), horário onde os valores de temperatura eram mais amenos e o PSEC registrava condição ideal de IEC. Os ventiladores do galpão tradicional também funcionaram de maneira quase intermitente, porém eles demoravam mais a serem ligados no turno da manhã, sendo acionados somente a partir das 9:00 horas. Assim, nesta semana, as taxas de ventilação foram bem elevadas e semelhantes nos dois galpões.

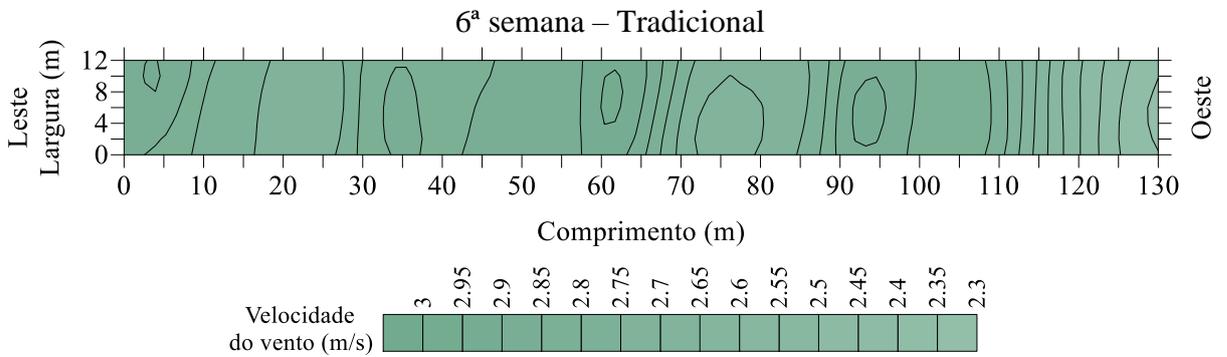
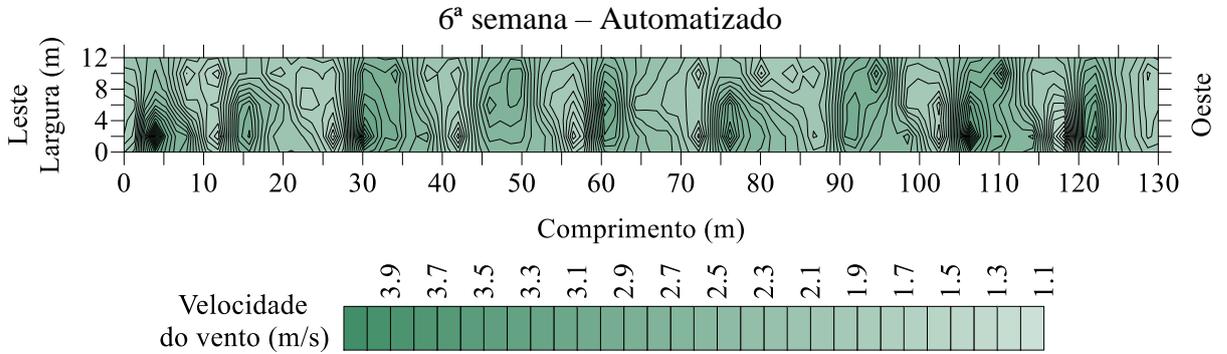
Medeiros *et al.* (2005) observaram que o conjunto de variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do vento mais recomendado, para frangos adultos destinados ao corte, seria de 26°C, 55% e 1,5 m.s^{-1} , respectivamente. Os valores de velocidade do vento encontrados neste experimento foram mais elevados que os recomendados por estes autores, porém é necessária essa maior ventilação devido as elevadas temperaturas encontradas na região onde os galpões estão inseridos. Mesmo com elevados valores de ventilação não foi possível controlar de maneira satisfatória a temperatura corporal dos animais, observada através da temperatura retal, como poderá ser visto em seguida, na Tabela 19.

Figura 18 – Mapas de isolinhas para o atributo velocidade do vento ($m.s^{-1}$) em galpões de frangos de corte, na 6ª semana, no turno da manhã e da tarde

MANHÃ



TARDE



6.2 Análise das variáveis fisiológicas

6.2.1 Avaliação da temperatura retal dos frangos de corte

A avaliação da temperatura retal foi realizada para analisar como os animais reagiram, de acordo com as condições climáticas do ambiente. Na Tabela 19 estão as médias dos valores de TR no turno da manhã e da tarde, durante a 4^a, 5^a e 6^a semana de vida dos animais. Esta tabela compara os valores de TR encontrados no galpão automatizado e tradicional e as médias a cada semana.

Tabela 19 – Teste de médias da temperatura retal (TR, em °C) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana de vida, em galpão automatizado e tradicional no turno da manhã e da tarde

Observações	Temperatura retal (°C)		
	Automatizado	Tradicional	
Manhã	4 ^a sem.	41,6 A*	41,1 A
	5 ^a sem.	41,5 B*	41,6 B
	6 ^a sem.	41,6 A*	41,7 B
Tarde	4 ^a sem.	41,6 A ^{ns}	41,6 A
	5 ^a sem.	41,8 B ^{ns}	41,8 B
	6 ^a sem.	41,8 B*	41,9 C

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

De acordo com a Tabela 19 foi possível observar que as médias da temperatura retal no turno da tarde, turno mais crítico devido as elevadas temperaturas observadas, foram muito semelhantes entre os galpões e na 4^a e 5^a semana, onde a média dos valores encontrados não diferiu ($p>0,05$).

Ainda de acordo com os valores da Tabela 19 foi possível observar que a única média que não ultrapassou o valor de 41,1°C, considerado por Macari e Furlan (2001) como limite inferior da condição de estresse térmico, foi a média no galpão tradicional no turno da manhã. O restante das médias foi superior a este valor e segundo Macari e Furlan (2001) quando o valor de 41,1°C é superado, isso demonstra que as aves estão em condição de estresse térmico. Welker *et al.* (2008) relatam que a temperatura corporal das aves é mais elevada que de outras espécies e sofre variações, e o ambiente do interior das instalações avícolas é importante, pois condições climáticas inadequadas afetam negativamente o desempenho do animal. Assim, estando o ambiente com elevadas temperaturas e não fornecendo conforto aos animais, estes

tiveram sua temperatura corporal elevada, ressaltando o desconforto que o ambiente proporcionou.

A Tabela 20 contém as médias da temperatura retal de frangos de corte na 4ª, 5ª e 6ª semana, nos três quadrantes, durante o turno da manhã.

Tabela 20 – Teste de médias da temperatura retal (°C) de frangos de corte, por quadrante, na 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, em galpão automatizado e tradicional no turno da manhã

Quadrantes	Temperatura retal (°C)					
	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
1º quadrante	41,6 A*	41,0 A	41,5 A ^{ns}	41,4 A	41,5 A ^{ns}	41,6 A
2º quadrante	41,7 A*	41,0 A	41,5 A*	41,7 B	41,6 B ^{ns}	41,7 B
3º quadrante	41,6 A*	41,2 B	41,5 A*	41,8 B	41,7 B ^{ns}	41,8 B

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Na 4ª semana as médias da temperatura retal entre o galpão automatizado e o tradicional apresentaram diferença ($p < 0,05$) entre todos os quadrantes e todas as médias foram menores no galpão tradicional. Isso provavelmente ocorreu pelo fato de no galpão automatizado o PSEC ter apontado uma condição de conforto para os animais no turno da manhã, ao contrário dos valores calculados das miniestações meteorológicas, que demonstraram que o ambiente se encontrava em condições críticas. Dessa maneira, o galpão tradicional teve seus ventiladores utilizados com mais frequência, recebendo o incremento da ventilação artificial, o que deve ter garantido maior conforto as aves através das trocas térmicas por convecção. Abreu e Abreu (2011) afirmaram que através dos processos de troca de calor sensível, que envolvem as trocas por condução, convecção e radiação, as aves podem perder até 70% de calor extra produzido por meio desses processos, mas a velocidade de perda é influenciada pela temperatura ambiental.

Na 5ª semana, no 1º quadrante, que fica na parte frontal do galpão, as médias da TR não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$). Esta parte dos galpões recebeu sempre muita ventilação natural no turno da manhã, fazendo com que as aves que estavam neste quadrante tivessem um pouco mais de conforto. Apesar de todas as médias de TR terem apontado estresse, por serem superiores a 41,1°C, as médias do 1º quadrante foram menores.

De acordo com as médias calculadas, durante a 6ª semana os valores de TR entre os galpões não tiveram diferença estatística significativa ($p > 0,05$) e todos os valores apontam para uma situação de estresse térmico. Essa condição foi reflexo dos valores de temperatura do

ar encontrados nos ambientes, que foram superiores aos ideais para frangos de corte na 6ª semana de vida. Em experimento Marchini *et al.* (2007) afirmam que em ambientes com elevadas temperaturas do ar o aumento na temperatura retal é esperado, pois a perda de calor sensível depende da diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura da pele e essa perda de calor pode ser nula dependendo das condições do ambiente. Na Tabela 21 estão os valores da temperatura retal de frangos de corte na 4ª, 5ª e 6ª semana, nos três quadrantes, durante o turno da tarde.

Tabela 21 – Teste de médias da temperatura retal (°C) de frangos de corte, por quadrante, na 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, em galpão automatizado e tradicional no turno da tarde

Quadrantes	Temperatura retal (°C)					
	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
1º quadrante	41,6 A ^{ns}	41,6 A	41,8 A ^{ns}	41,8 A	41,8 A [*]	41,9 A
2º quadrante	41,6 A ^{ns}	41,6 A	41,7 A ^{ns}	41,8 A	41,8 A ^{ns}	41,9 A
3º quadrante	41,7 A [*]	41,5 A	41,8 A ^{ns}	41,8 A	41,7 A ^{ns}	41,8 A

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com a Tabela 21, no turno da tarde, as médias da TR foram mais elevadas, sendo todas superiores ao limite de 41,1°C, citado por Macari e Furlan (2001), indicando uma condição de estresse térmico para as aves.

De acordo com as médias da 4ª semana neste turno, é possível observar que as médias do galpão automatizado e tradicional foram semelhantes, tendo diferido estatisticamente ($p < 0,05$) somente a média do 3º quadrante. Na 5ª semana as médias da TR no galpão automatizado e tradicional não diferiram estatisticamente ($P > 0,05$) em nenhum quadrante. Na 6ª semana as médias também foram muito semelhantes e só diferiram no 1º quadrante, onde a média foi menor no galpão automatizado.

6.2.2 Avaliação da frequência respiratória dos frangos de corte

Os movimentos respiratórios das aves foram medidos nos dois galpões, nos três quadrantes, no turno da manhã e da tarde, para verificar possíveis alterações fisiológicas e comportamentais de acordo com as variáveis ambientais dos galpões.

Na Tabela 22 estão expostos os resultados da comparação da FR no galpão automatizado e tradicional, no turno da manhã e da tarde, durante a 4^a, 5^a e 6^a semana de vida dos animais.

Tabela 22 – Teste de médias da frequência respiratória (FR, em mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana de vida, em galpão automatizado e tradicional no turno da manhã e da tarde

Observações	Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)		
	Automatizado	Tradicional	
Manhã	4 ^a sem.	66 A*	62 A
	5 ^a sem.	58 B*	50 B
	6 ^a sem.	51 C ^{ns}	51 B
Tarde	4 ^a sem.	82 A*	72 A
	5 ^a sem.	70 B ^{ns}	68 B
	6 ^a sem.	60 C*	63 C

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

De acordo com a média geral da FR nos dois galpões, os valores mais elevados foram verificados no turno da tarde, como já esperado, por este turno apresentar maiores médias de temperatura do ar. Outro fato interessante a ser observado é que as médias na 6^a semana foram menores que na 4^a e 5^a semana. Marchini *et al.* (2007) encontrou em experimento que frangos de corte mantidos em ambiente sem temperaturas muito elevadas apresentam temperatura retal crescente, enquanto a frequência respiratória reduz de acordo com a idade das aves.

Na Tabela 23 estão as médias da frequência respiratória de frangos de corte na 4^a, 5^a e 6^a semana, nos três quadrantes, durante o turno da manhã.

Tabela 23 – Teste de médias da frequência respiratória (em mov.min⁻¹) de frangos de corte, por quadrante, na 4^a, 5^a e 6^a semana de vida, em galpão automatizado e tradicional no turno da manhã

Quadrantes	Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)					
	4 ^a semana		5 ^a semana		6 ^a semana	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
1 ^o quadrante	66 A ^{ns}	63 A	59 A*	49 A	51 A ^{ns}	50 A
2 ^o quadrante	66 A*	59 B	56 B*	50 AB	53 A ^{ns}	51 A
3 ^o quadrante	66 A ^{ns}	63 A	58 AB*	52 B	50 A ^{ns}	52 A

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

A média da FR na 4ª semana, no turno da manhã foi menor no galpão tradicional. Marchini *et al.* (2007) encontrou médias de FR de 44,4, 42,4 e 42,0 mov.min⁻¹, na 4ª, 5ª e 6ª semana respectivamente, em animais mantidos em ambiente termoneutro. Esses autores explicam que os baixos valores de FR mostram que em situações de termoneutralidade as aves não precisam utilizar intensamente os mecanismos como a ofegação para manter a temperatura corporal constante. Os valores encontrados nesta pesquisa foram um pouco superiores aos desses autores.

Na 5ª e 6ª semana os valores encontrados no galpão tradicional também foram menores que os do galpão automatizado. Porém na 5ª semana os valores diferiram estatisticamente ($d < 0,05$) e na 6ª semana não diferiram estatisticamente ($d > 0,05$), mostrando que os valores foram muito semelhantes.

Na Tabela 24 estão os valores da frequência respiratória de frangos de corte na 4ª, 5ª e 6ª semana, nos três quadrantes, durante o turno da tarde.

Tabela 24 – Teste de médias da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, por quadrante, na 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, em galpão automatizado e tradicional no turno da tarde

Quadrantes	Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)					
	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
1º quadrante	85 A*	68 A	75 A*	66 A	63 A ^{ns}	61 A
2º quadrante	79 B ^{ns}	76 B	66 B ^{ns}	68 AB	61 A ^{ns}	63 AB
3º quadrante	83 AB*	72 B	69 B ^{ns}	71 B	56 B*	66 B

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

No turno da tarde é possível observar que os valores de FR dos animais do galpão automatizado foram mais elevados que os do galpão tradicional, tendo as médias do quadrante 1 e 3 diferido estatisticamente entre os galpões ($p < 0,05$). Esses valores refletem os efeitos da ausência da ventilação artificial no galpão automatizado durante a 4ª semana, já destacada na avaliação da temperatura retal, que também foi mais elevada neste galpão. Na 4ª semana os ventiladores do galpão tradicional foram acionados ao contrário do que ocorreu no galpão automatizado, fazendo com que isso gerasse mais conforto térmico aos animais inseridos naquele ambiente.

Nas duas últimas semanas as médias de FR foram muito próximas entre os dois galpões. No turno da tarde as médias de valores da FR foram mais elevadas que no turno da manhã. Nazareno *et al.* (2009) em criação de frangos de corte em confinamento encontraram

média de frequência respiratória igual a 70,84 mov.min⁻¹ ($\pm 11,9$), referente as três últimas semanas de vida dos animais. A média encontrada por estes autores é próxima as médias calculadas na Tabela 24. Marchini *et al.* (2007) encontraram médias de FR na 4^a, 5^a e 6^a semana de 153, 160 e 153 mov.min⁻¹, respectivamente, em animais logo após terem passado uma hora sob temperatura de 40°C. Os resultados destes autores estão muito mais elevados que os encontrados nesta pesquisa, já que os animais no caso destes autores foram expostos a uma temperatura muito elevada.

Damasceno *et al.* (2010) em experimento com frangos de corte em galpão de pressão negativa, encontrou médias de TR de 40,9°C em ambiente com entalpia média de 75,1 kJ/kg de ar seco e temperatura média do ar de 36,8°C. Estes autores também encontraram valores médios de FR de 70,1 mov.min⁻¹ em ambiente com entalpia média de 80,9 kJ/kg de ar seco e temperatura média do ar de 35,2°C. Os valores da entalpia e da FR respiratória encontrados por estes autores são semelhantes as condições encontradas nos galpões avaliados neste experimento, onde as elevadas temperaturas do ambiente refletiram sobre as variáveis fisiológicas dos animais.

6.2.3 Avaliação do peso corporal dos frangos de corte

O acompanhamento do ganho de peso semanal dos frangos de corte na 4^a, 5^a e 6^a semana, foi feito ao final do 5^o dia de coleta de dados de cada semana. Na Tabela 25 está a média do peso das aves a cada semana.

Tabela 25 – Teste de médias do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana de vida, em galpão automatizado e tradicional

Semanas	Peso corporal (kg)		
	Peso ideal	Automatizado	Tradicional
4 ^a semana	1,500	1,392*	1,431
5 ^a semana	2,225	2,282 ^{ns}	2,280
6 ^a semana	2,920	2,878	2,888

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p > 0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p < 0,05$).

De acordo com a Tabela 25 é possível observar que na 4^a semana as aves de ambos os galpões não alcançaram o peso recomendado no manual de desempenho para o frango Ross nessa idade. Provavelmente, o baixo peso dos animais refletiu às más condições ambientais a que estes estavam expostos. Abreu e Abreu (2011) mostram a grande importância de manter as aves em ambiente confortável termicamente, quando afirmam que cerca de 80% da energia

ingerida pelas aves é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção.

Na 5ª semana os animais conseguiram alcançar o peso recomendado e a média de valores na 5ª semana não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) entre os galpões, refletindo as condições mais equilibradas entre os dois ambientes, que foram bem semelhantes segundo a avaliação dos dados ambientais de temperatura e umidade relativa do ar coletados pelas miniestações meteorológicas, como é possível observar na Tabela 14. Na 6ª semana o peso ideal também não foi alcançado em nenhum dos dois galpões.

Na Tabela 26 estão as médias de peso corporal dos frangos de corte na 4ª, 5ª e 6ª semana, por quadrante.

Tabela 26 – Teste de médias do peso corporal (kg) de frangos de corte, por quadrante, na 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, em galpão automatizado e tradicional

Quadrantes	Peso corporal (kg)				
	4ª semana		5ª semana		6ª semana
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Automatizado
1º quadrante	1,401 A ^{ns}	1,363 A	2,248 A ^{ns}	2,278 AB	2,839 A
2º quadrante	1,297 B*	1,425 AB	2,201 A ^{ns}	2,224 A	2,930 A
3º quadrante	1,479 C ^{ns}	1,505 B	2,395 B ^{ns}	2,337 B	2,867 A

Médias seguidas de ns nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p>0,05$) e médias seguidas de * nas linhas diferem estatisticamente entre si pelo teste t ($p<0,05$). Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

Na 6ª semana o peso individual das aves no galpão tradicional não pode ser coletado, pois no último dia de coleta de dados todas as aves deste galpão haviam sido retiradas, no final da madrugada, para abate. Assim, o peso médio das aves no galpão tradicional na 6ª semana foi conseguido através dos dados coletado pela granja no momento pega dos animais, quando eles são pesados para serem embarcados no caminhão de transporte. Como o peso não foi coletado individualmente, a comparação estatística das médias não pode ser realizada, porém é possível observar que as médias de peso corporal dos animais foram muito semelhantes entre os dois galpões.

Através dos dados da Tabela 26 é possível observar que na 4ª semana as médias de peso corporal foram mais heterogêneas dentro dos galpões, possivelmente refletindo a condição irregular da ventilação durante esta semana, uma vez que o funcionamento dos ventiladores não ocorreu no caso do galpão automatizado e não ocorreu todos os dias no galpão tradicional. Na 4ª semana a média de peso no galpão automatizado diferiu estatisticamente entre os três quadrantes ($p<0,05$), refletindo grande variação. Medeiros *et al.* (2005) avaliaram que em

ambientes quentes não houve mortalidade, entretanto houve redução de 67% no ganho de peso diário e 43% na ingestão de alimentos de frangos de corte. Oliveira *et al.* (2006) também observaram que houve redução do peso corporal das aves em ambientes quentes. Estes autores verificaram que no período total de 1 a 49 dias, as aves mantidas no calor apresentaram redução média de 22% no consumo de ração, que equivale a um decréscimo médio de 2,2% ou 111 g de ração, por grau centígrado de elevação da temperatura ambiente, em relação às aves alojadas no ambiente de conforto.

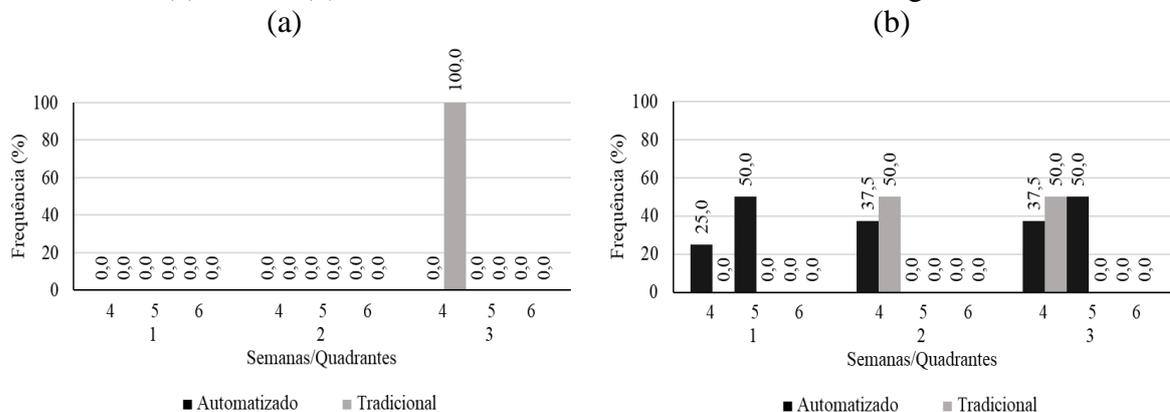
Na 5ª semana o peso dos animais foi muito semelhante entre o galpão automatizado e o tradicional, e em nenhum dos quadrantes essa variável diferiu estatisticamente ($p>0,05$). Na 6ª semana o peso dos animais no galpão automatizado não diferiu estatisticamente ($p>0,05$) entre os quadrantes, revelando uma condição mais homogênea desta variável entre os animais.

6.3 Análise do comportamento das aves

Os comportamentos dos frangos de corte confinados no galpão automatizado e galpão tradicional foram observados durante a 4ª, 5ª e 6ª semana de vida, tanto no turno da manhã como no da tarde, nos três quadrantes. Os comportamentos foram avaliados para verificar em que ambiente as aves expressaram mais comportamentos relacionados ao estresse e os correlacionar as variáveis ambientais e fisiológicas.

O primeiro comportamento observado foi o do banho de areia. Na Figura 19 estão os gráficos de barras do referido comportamento.

Figura 19 – Gráfico de frequência do comportamento banho de areia, em cada quadrante, nos turnos manhã (a) e tarde (b), durante a 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de frangos de corte

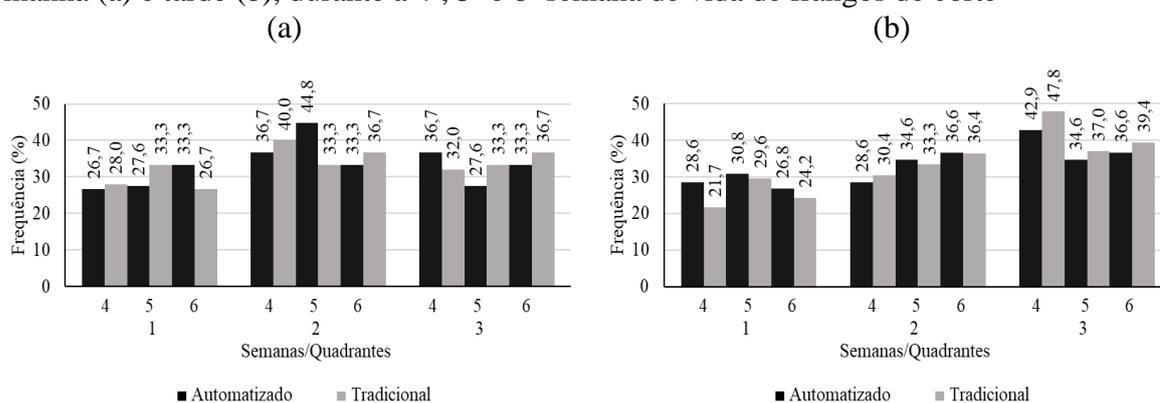


O comportamento do banho de areia foi mais expressado pelas aves na 4ª semana, principalmente no turno da tarde. No galpão automatizado esse comportamento foi mais

frequente na 4ª semana, nos quadrantes 1, 2 e 3, diferente do que ocorreu no turno da manhã. Carvalho *et al.* (2013) afirmaram que o banho de areia constitui um comportamento característico e natural das aves, que envolve uma sequência de ciscar e jogar o material sólido, maravalha e outras fibras vegetais sobre o corpo e essa atitude advém da necessidade do animal perder calor para o ambiente. A afirmação destes autores, relacionando este comportamento com uma condição de estresse térmico, combina com os dados coletados de variáveis ambientais e variáveis fisiológicas do galpão automatizado na 4ª semana, que apontam para uma condição de estresse térmico neste ambiente.

Na Figura 20 estão os gráficos de barras do comportamento de beber água nos dois galpões.

Figura 20 – Gráfico de frequência do comportamento beber água, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de frangos de corte



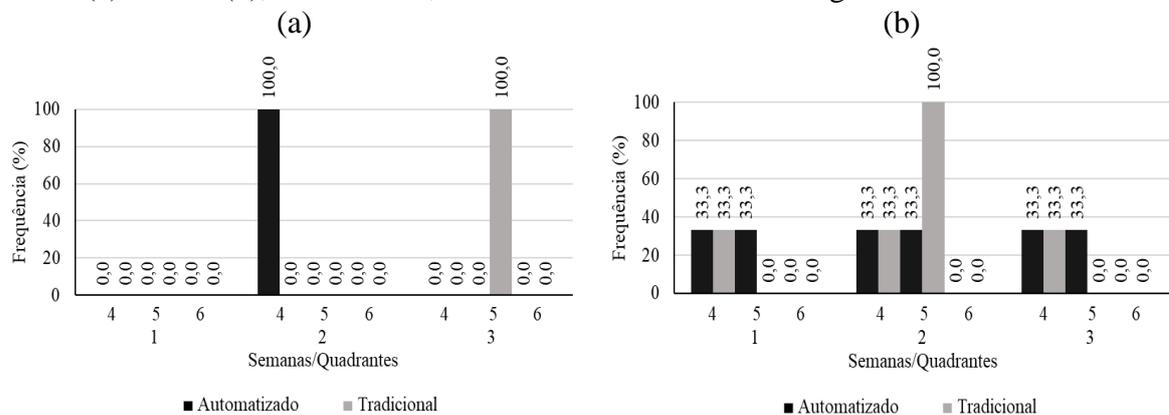
O comportamento de beber água foi bem equilibrado entre os dois ambientes, não havendo grandes diferenças. É possível observar que no 1º quadrante este comportamento foi menos frequente, possivelmente, por este quadrante receber maior quantidade de ventilação natural, que combinada com a ventilação artificial proporcionou maior conforto térmico aos animais, despertando menos a necessidade de busca por água.

No 2º e 3º quadrante, que receberam menos ventilação natural, as aves apresentaram com mais frequência o comportamento de beber água. De acordo com Carvalho *et al.* (2013) quando as aves estão submetidas a ambientes desconfortáveis, com altas temperaturas, o primeiro efeito visível nos animais é a redução no consumo alimentar e aumento no consumo de água. Sevegnani *et al.* (2005) ressaltam que a ingestão de água auxilia na refrigeração do organismo das aves.

Na Figura 21 estão os gráficos de barras do comportamento de ciscar nos dois galpões, nas três últimas semanas de vida dos frangos de corte.

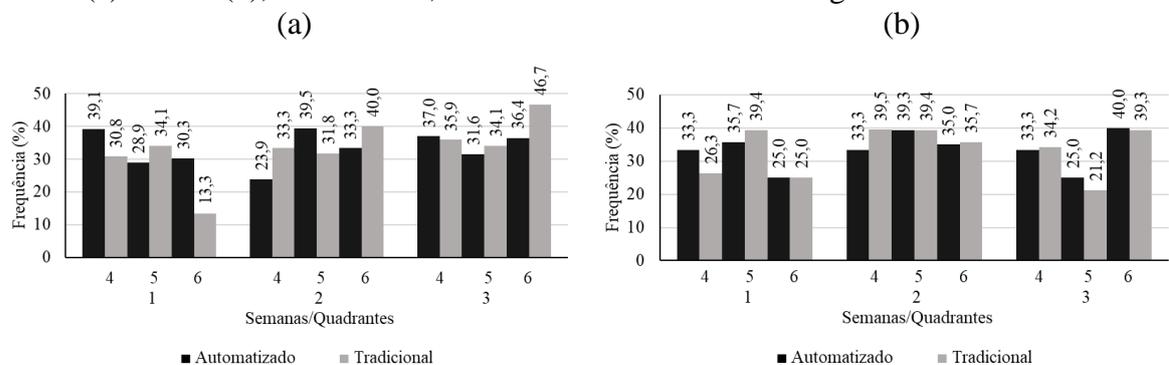
Salgado *et al.* (2007) observaram em experimento que a frequência do comportamento de ciscar tinha forte associação negativa com a temperatura do ar do ambiente. Quanto mais desconfortável termicamente o ambiente para os frangos de corte, menor era a frequência no comportamento de ciscar. Estes autores ainda afirmam que quanto mais maduras, maiores e pesadas as aves, menor é a frequência do comportamento de ciscar. De acordo com os gráficos é possível observar que quanto mais pesadas e maiores as aves foram ficando, houve redução do comportamento de ciscar. A influência do ambiente térmico nas aves varia com a espécie, idade, peso corporal, sexo, atividade física e consumo alimentar (AMARAL *et al.*, 2011).

Figura 21 – Gráfico de frequência do comportamento ciscar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4^a, 5^a e 6^a semana de vida de frangos de corte



Na Figura 22 estão os gráficos de barras do comportamento de comer nos dois galpões, nas três últimas semanas de vida dos frangos de corte.

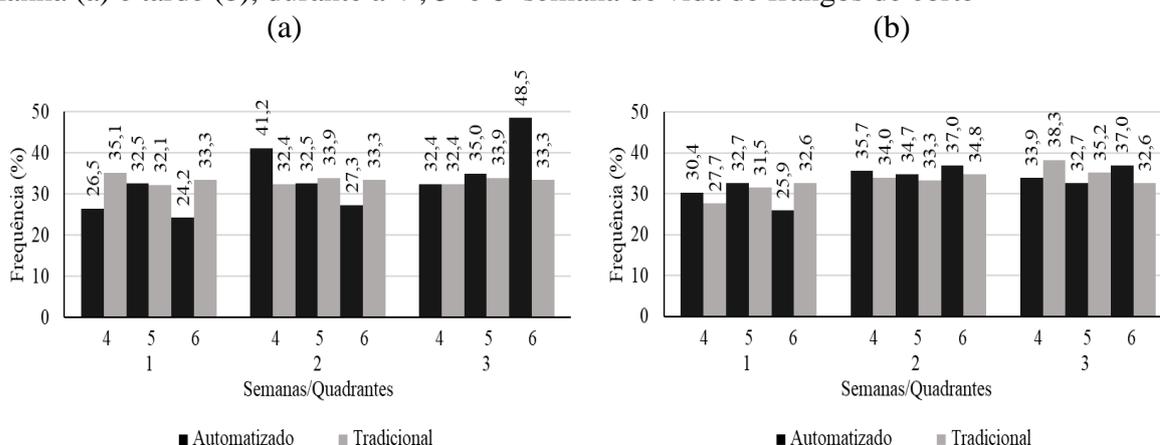
Figura 22 – Gráfico de frequência do comportamento comer, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4^a, 5^a e 6^a semana de vida de frangos de corte



De maneira geral, no turno da manhã os animais deram preferência para a ingestão de alimentos no 1º e 3º quadrante. Já no 2º quadrante houve menos frequência de animais se alimentando. Isso pode ter sido causado por este quadrante ficar entre as duas extremidades do galpão e receber menos ventilação natural que os outros, fazendo com que os animais sentissem com mais intensidade os efeitos do estresse térmico. Segundo Sevegnani *et al.* (2005) em condição de estresse térmico os frangos de corte diminuem a ingestão calórica para evitar mais aporte de energia ao seu organismo. Pois, de acordo com Carvalho *et al.* (2013) a digestão e a absorção de nutrientes geram energia que, liberada em forma de calor, é chamada de incremento calórico. Assim, em condições de elevada temperatura corporal, para reduzir o estresse térmico os animais dão preferência para a ingestão de água.

Na Figura 23 estão os gráficos de barras do comportamento de dispersão nos dois galpões, nas três últimas semanas de vida dos frangos de corte.

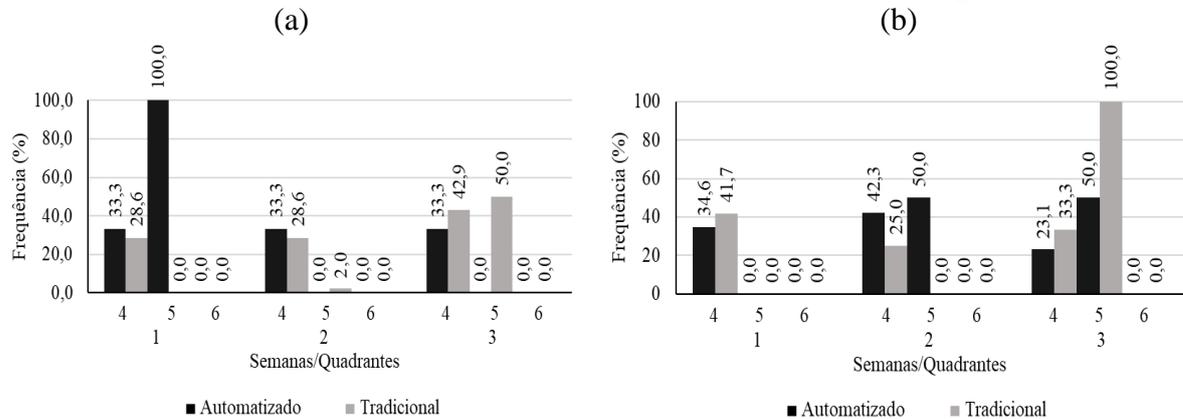
Figura 23 – Gráfico de frequência do comportamento dispersão, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de frangos de corte



O comportamento de dispersão foi frequente entre as aves e registrado de maneira bem uniforme entre os quadrantes, em todas as semanas, nos dois galpões. Isso retrata uma situação de estresse térmico ao qual as aves estavam expostas nos dois galpões, uma vez que em situações como esta as aves tendem a se espalhar, tentando se afastar mais umas das outras, para evitar o contato corporal que prejudica o processo de perda de calor corporal. Medeiros *et al.* (2005), observaram em experimento, que à medida que a temperatura do ar foi elevada de 26 para 36°C, a umidade relativa do ar de 34 para 76% e a velocidade do ar reduzida de 2,4 para 0,6 m.s⁻¹, o ambiente tornava-se cada vez mais desagradável, apontando que nessas condições as aves ficam agitadas e se dispersam para aumentar a dissipação do calor corporal para o ambiente.

Na Figura 24 estão os gráficos de barras do comportamento de esticar membros nos dois galpões, nas três últimas semanas de vida dos frangos de corte.

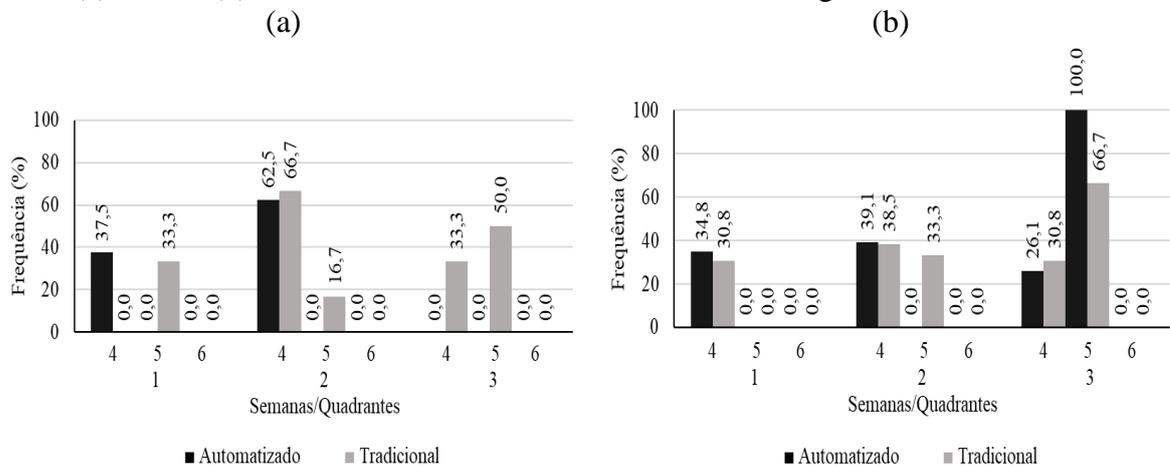
Figura 24 – Gráfico de frequência do comportamento esticar membros, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4^a, 5^a e 6^a semana de vida de frangos de corte



O comportamento de esticar membros foi mais frequente nos frangos de corte durante a 4^a semana, provavelmente em resposta ao pouco acionamento dos ventiladores no galpão tradicional e não acionamento no galpão automatizado durante esta semana. Os animais realizam esse comportamento na tentativa de expor mais partes do corpo para captar mais ventilação e assim, realizar trocas térmicas por convecção. Esse comportamento não foi significativo na 6^a semana de vida dos animais.

Na Figura 25 estão os gráficos de barras do comportamento de ofegação nos dois galpões, nas três últimas semanas de vida dos frangos de corte.

Figura 25 – Gráfico de frequência do comportamento ofegação, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4^a, 5^a e 6^a semana de vida de frangos de corte

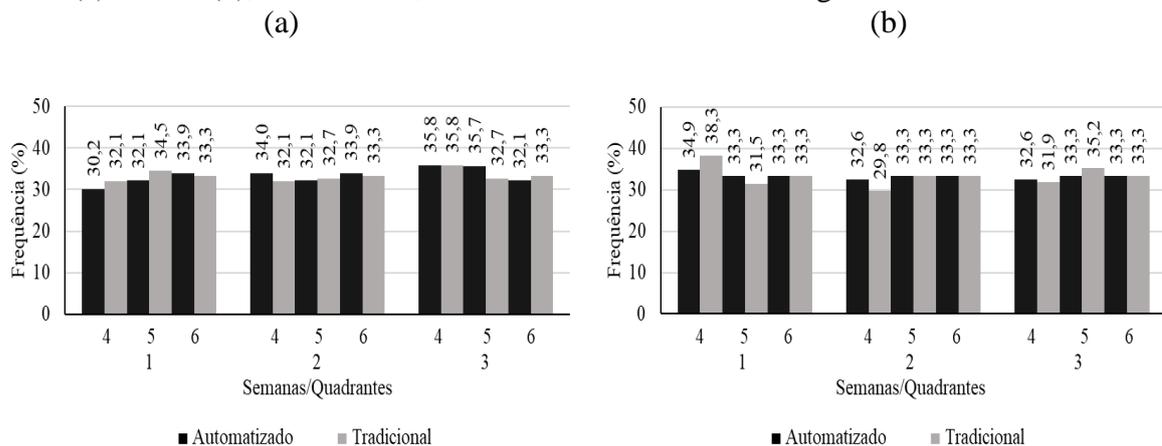


É possível observar que o comportamento de ofegação foi mais intenso na 4ª semana de vida das aves. Segundo Carvalho *et al.* (2013) a ofegação é um bom indicador de que as aves estão estressadas por calor, pois quando a ave expressa esse comportamento ela está tentando trocar calor com o ambiente por meio do processo evaporativo. Ainda segundo estes autores esse aumento da ofegação resulta em desidratação e consequente perda de peso.

Na 5ª semana este comportamento foi mais frequente no galpão tradicional, provavelmente pelo fato de o galpão tradicional ter recebido mais nebulização que o galpão automatizado. Medeiros *et al.* (2005), encontraram em experimento que aves em ambiente com maior valor de umidade relativa do ar ficaram mais ofegantes.

Na Figura 26 estão os gráficos de barras do comportamento de prostração nos dois galpões, nas três últimas semanas de vida dos frangos de corte.

Figura 26 – Gráfico de frequência do comportamento prostração, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), durante a 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de frangos de corte



O comportamento de prostração teve uma frequência bem regular nos dois galpões, nos dois turnos e nos três quadrantes. Segundo Moura (2001) quando as aves são submetidas a estresse térmico, dependendo da magnitude e duração deste, verifica-se elevados índices de prostração, podendo culminar até com a mortalidade das aves.

6.4 Análise do Modo Falha e Efeito Falhas (FMEA) do PSEC

6.4.1 Lista de análise do PSEC

A definição da sequência de avaliações a serem feitas na avaliação do FMEA do PSEC foi feita em função do processo de aquisição de dados e funcionamento do protótipo. A

sequência se encontra no Quadro 9 do APÊNDICE A. Abaixo estão listados os subprocessos e seus constituintes:

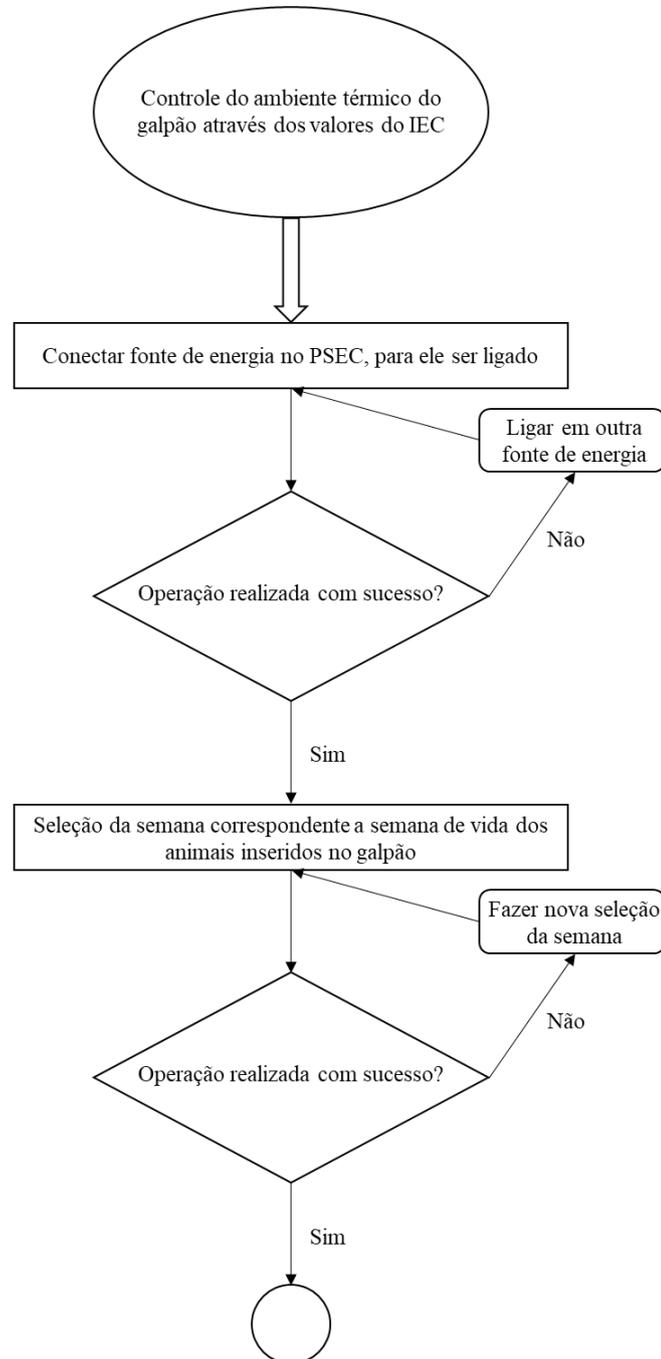
- a) Medição da temperatura e umidade relativa do ar:
 - Medição contínua e de valores reais de temperatura e umidade relativa do ar para que possa ser possível o cálculo do IEC e acionamento correto dos ventiladores;
- b) Processamento de dados:
 - Cálculo correto da entalpia através de programação computacional para acionamento adequado dos ventiladores;
 - Classificação correta no valor do IEC, de acordo com a semana em análise, para acionamento adequado dos ventiladores;
 - Registro de data e hora da coleta das variáveis para posterior análise dos dados;
 - Armazenamento de dados em cartão SD para posterior análise dos dados;
- c) Acionamento dos ventiladores:
 - Acionamento do conjunto de 36 ventiladores através do módulo relé de 5V, que é disparado quando a condição ambiental sai da faixa ideal, de acordo com as Tabelas de Entalpia;
- d) Visualização de dados no visor do protótipo:
 - O visor do PSEC deve mostrar os valores instantâneos de temperatura e umidade relativa do ar, além do número da semana a ser avaliada, para correta seleção desta;
- e) Indicação das cores de acordo com as Tabelas de Entalpia:
 - Acionamento de luzes de acordo com os valores calculados do IEC e classificação nas Tabelas de Entalpia, para visualização da condição ambiental do galpão e acionamento da nebulização;
- f) Entrada para ligar cabo fonte de energia elétrica:
 - A entrada de energia serve para manter o aparelho ligado a uma fonte de energia e assim possa executar suas funções;
- g) Seleção da semana de avaliação:
 - A seleção da semana deve ser feita de forma manual, através do bastão modo de seleção das semanas e deve corresponder a idade dos animais inseridos no galpão. Onde: a semana 1 corresponde ao número 0, a semana 2 corresponde ao número 1, a semana 3 corresponde ao número 2, a semana 4 corresponde ao

número 3, a semana 5 corresponde ao número 4 e a semana 6 corresponde ao número 5.

6.4.2 Fluxograma do processo

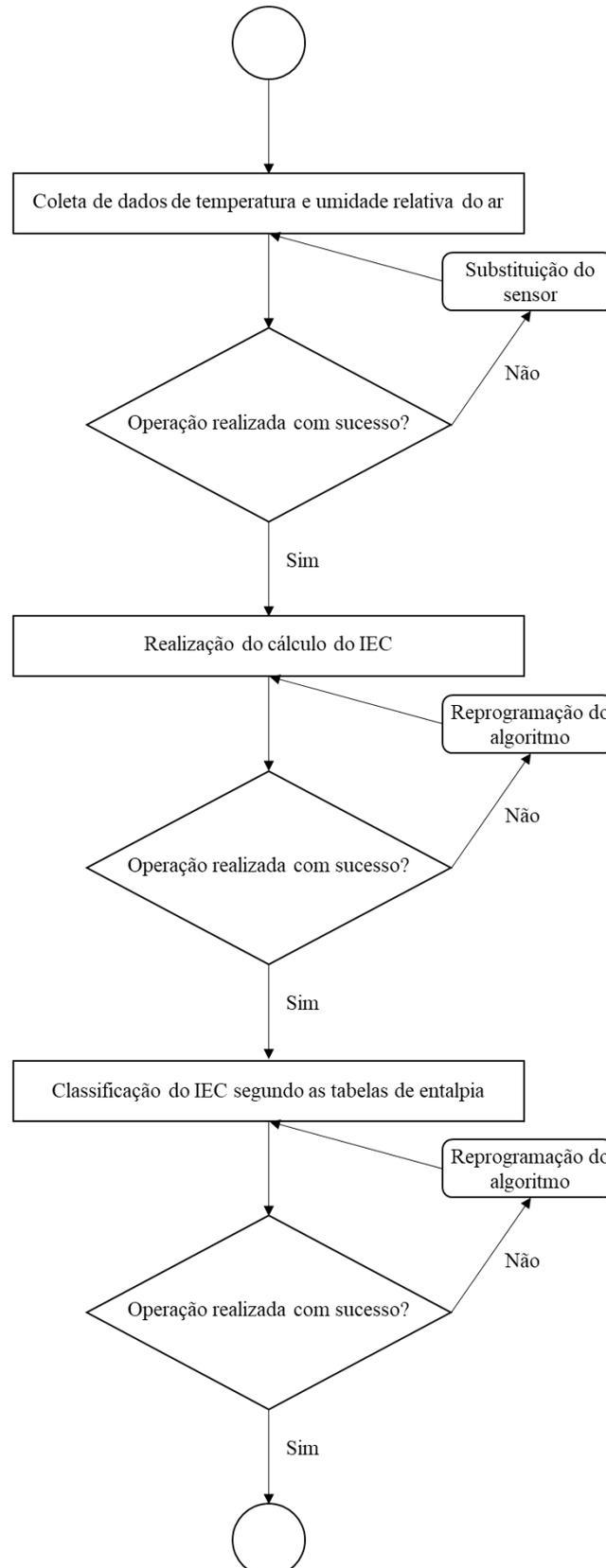
O fluxograma do funcionamento do PSEC foi feito para apresentar todas as etapas que deveriam ser realizadas pelo protótipo (Figura 28). Foi utilizada a metodologia de Back (1983) para a definição de cada etapa necessária ao funcionamento do processo de climatização do galpão através do PSEC.

Figura 28 – Fluxograma das etapas necessárias para o processo de climatização do galpão através do PSEC (continua)



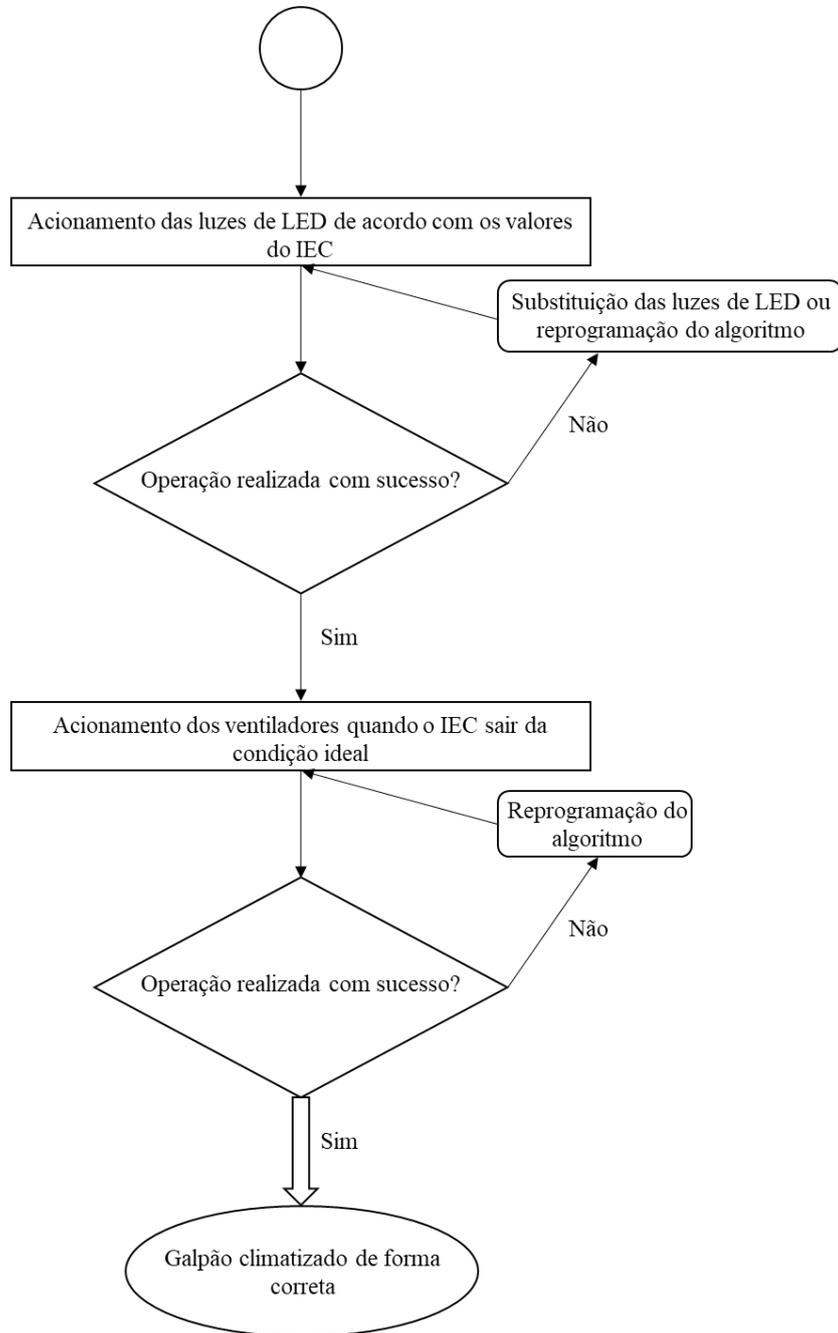
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28 – Fluxograma das etapas necessárias para o processo de climatização do galpão através do PSEC (continua)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 28 – Fluxograma das etapas necessárias para o processo de climatização do galpão através do PSEC (conclusão)



Fonte: Elaborado pelo autor.

6.4.3 Definição da prioridade das falhas

Após a realização da reunião para definição das notas de severidade, ocorrência e detecção das possíveis falhas do PSEC, foram calculados os Número Prioritário de Risco (NPR)

e a Tabela 27 foi preenchida em ordem decrescente, onde as falhas que receberam notas mais elevadas foram consideradas mais graves de acordo com o Quadro 9, portanto tem prioridade na sua verificação. Em seguida foi feita uma normalização dos valores para que dentro da avaliação do PSEC fossem identificadas as falhas com total e alta prioridade, média prioridade e baixa e pouca prioridade.

Tabela 27 – Falhas críticas em função da prioridade de risco do PSEC

Falha potencial	NPR	NPR normalizado	Classe
Medição da temperatura e umidade relativa do ar	336	1000	TP
Processamento de dados – Cálculo da entalpia	320	952	TP
Processamento de dados – Classificação da entalpia	280	833	TP
Indicação das cores das Tabelas de Entalpia (4 cores)	216	643	AP
Seleção da semana	192	571	MP
Acionamento dos ventiladores	128	381	BP
Processamento de dados – Armazenamento de todos os dados	60	179	PP
Processamento de dados – Registro de data e hora	45	134	PP
Acionamento do cabo de fonte de energia elétrica	8	24	PP
Visualização de dados (tela/visor)	5	15	PP

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir foram listadas todas as falhas críticas (total prioridade e alta prioridade) apontadas no protótipo do Sensor Entalpia de Conforto, pela equipe multidisciplinar que participou da Análise do Modo Falha e Efeito Falhas (FMEA).

A falha na medição da temperatura e umidade relativa do ar foi apontada como de maior risco, pois obteve número prioritário de risco normalizado de 1000. Essa foi a falha classificada como mais grave e com maior risco do protótipo, isso implica dizer que essa falha pode ocasionar danos as medições e prejudicar todos os processos, por isso, deve ter prioridade em ser averiguada e sanada. As falhas podem acontecer no sensor, prejudicando a captação dos dados de temperatura e umidade relativa do ar, assim, impossibilitando o cálculo do IEC e os subsequentes processos envolvidos no funcionamento do PSEC.

A segunda falha apontada como sendo a mais importante foi a falha no cálculo da entalpia. O NPR desta falha foi de 952, principalmente por ser uma falha que atrapalha o funcionamento básico do aparelho, por ser difícil de detectar. Caso haja falha nos cálculos do IEC, os valores distorcidos podem levar a falhas nos processos seguintes, que podem culminar com o não acionamento do sistema de climatização no momento correto.

A terceira falha mais relevante foi a classificação dos valores de entalpia, que envolve a parte de processamento dos dados do PSEC. Essa falha obteve NPR de 833 e sua

maior gravidade é devido a falha comprometer o bom funcionamento do protótipo e ser uma falha de difícil detecção. Caso haja o cálculo correto do IEC, mas o valor não seja classificado de maneira correta como sendo ideal, alerta, crítico ou letal, não haverá o acionamento correto dos ventiladores e nem acionamento dos nebulizadores caso seja necessário.

Outra falha apontada como sendo de maior prioridade na avaliação do PSEC foi a Indicação das cores da Tabelas de Entalpia (4 cores). Essa falha teve NPR de 643, pois não foi considerada de extrema gravidade e a detecção desta falha não é tão difícil. Caso ela ocorra, pode haver ausência de nebulização ou acionamento em momento incorreto.

As outras falhas apontadas são menos graves e suas prioridades foram classificadas como média prioridade, baixa prioridade e pouquíssima prioridade. São elas: a seleção da semana, o acionamento dos ventiladores, o armazenamento de dados coletados, o registro de data e hora, o acionamento do cabo de fonte de energia elétrica e a visualização de dados no visor do aparelho.

Para que as falhas críticas sejam sanadas de forma mais eficiente, quando forem detectadas, são recomendadas algumas ações corretivas, descritas abaixo.

Caso haja falhas na medição da temperatura e umidade relativa do ar o sensor deve ser substituído por um novo. As falhas ocasionadas pelo cálculo incorreto da entalpia e pela classificação incorreta da entalpia devem ser sanadas fazendo uma conferência e reprogramação do algoritmo envolvido neste cálculo. As falhas decorrentes da indicação incorreta das cores da Tabelas de Entalpia (4 cores) devem ser sanadas através da substituição das luzes de LED utilizadas neste processo ou reprogramação do algoritmo envolvido no acionamento das luzes.

7 CONCLUSÃO

O protótipo não confirmou a hipótese da pesquisa, uma vez que o PSEC não acionou os ventiladores em momentos importantes e indicou incorretamente a necessidade de nebulização.

O protótipo não foi capaz de acionar os ventiladores em alguns momentos essenciais, devido a falhas na classificação dos valores de entalpia durante a 4ª semana de vida dos frangos de corte. Na 5ª e 6ª semana o protótipo classificou corretamente o momento de acionar os ventiladores, porém apresentou falhas no acionamento das luzes de LED e indicou necessidade de nebulização, mesmo os dados internos indicando que não havia necessidade.

Através da Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA) foi possível observar detalhadamente os processos envolvidos no funcionamento do protótipo e listar as falhas mais graves que ele pode apresentar, apresentando soluções para que essas sejam corrigidas rapidamente, possibilitando o aperfeiçoamento do protótipo.

A condição ambiental dos galpões coletadas através das miniestações meteorológicas foram diferentes das coletadas através do PSEC, indicando inconsistência nos dados coletados pelo PSEC, identificados principalmente através dos valores de umidade relativa do ar, que foram muito diferentes dos apresentados normalmente na região onde foram feitas as coletas de dados.

A correlação dos valores de temperatura e umidade relativa do ar, através dos cálculos de entalpia do PSEC mostraram que na 4ª semana os animais se encontravam em condição de conforto no turno da manhã e alerta no turno da tarde, e na 5ª e 6ª semana em condição crítica e letal. Enquanto que os dados das miniestações meteorológicas indicaram uma condição crítica no galpão automatizado e tradicional.

Através dos mapas de isolinhas, foi possível observar que a velocidade do vento na 4ª semana foi muito inferior às encontradas na 5ª e 6ª semana, que correspondem às semanas onde os ventiladores foram acionados nos dois galpões.

As variáveis fisiológicas indicaram condição de estresse térmico no galpão automatizado, especialmente durante a 4ª semana de vida dos frangos de corte, através de valores elevados de temperatura retal e frequência respiratória, que refletiram no peso corporal baixo.

A correção das falhas do equipamento fará com que seu funcionamento seja mais eficiente e possa conferir segurança na climatização dos galpões em que este for utilizado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. O PSEC necessita passar pela troca do sensor de medição da temperatura e umidade relativa do ar, para minimizar o risco de coletas com valores distorcidos de temperatura e umidade relativa do ar;
2. É necessário ser feita uma reprogramação do algoritmo utilizado no equipamento, para que não haja mais erros na classificação dos valores do IEC;
3. Deve ser feita uma reprogramação do algoritmo envolvido no acionamento das luzes de LED ou substituição delas, para que não sejam mais acionadas de maneira incorreta;
4. A numeração das semanas poderia ser modificada para o número correspondente a semana avaliada, pois a numeração atual pode causar confusão e troca no momento da seleção do número da semana;
5. Sempre que há quedas de energia, o sistema de identificação da semana é reiniciado automaticamente e o equipamento volta para a 1ª semana (no PSEC semana 0). Assim, é preciso que haja muito cuidado ao adentrar o galpão e olhar de perto o equipamento verificando se a semana de avaliação está corretamente selecionada;
6. A data marcada nos dados armazenados pelo PSEC não correspondia à data real das coletas a campo. O aparelho estava com o atraso de um dia, o que fez com que todas as datas fossem gravadas com o número antecessor ao real. Assim, deve ser feita uma reprogramação do algoritmo.
7. Para a melhor visualização das cores indicativas de condição crítica e letal, poderia ser instalado um sistema luminoso na parte externa e frontal dos galpões, para que os operadores possam verificar quando houver necessidade de nebulização no ambiente, sem ter que frequentemente adentrar os galpões para verificar as luzes de LED.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Análise de imagens em aviário de postura com sistemas de climatização**. Engormix. 2009. Disponível em: <<https://pt.engormix.com/avicultura/artigos/analise-imagens-aviario-de-postura-sistemas-climatizacao-t36780.htm>>. Acesso em: 17 mar. 2018
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; HASSEMER, M. J.; TOMAZELLI, I. L. Medidas morfológicas em função do peso e da idade da ave, por meio de imagens. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.7, p.795-801, 2012.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1-14, 2011.
- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. FONTES ALTERNATIVAS DE ENERGIA NA AVICULTURA. Fontes alternativas de energia na avicultura In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE PRODUÇÃO ANIMAL SUSTENTÁVEL, 2012, Chapecó, SC. **Anais...** 2012, p.54-56. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/68542/1/0000002116-PAbreu.pdf>>. Acesso em: 20 nov. 2017.
- ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar**. 2010. 244 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.
- ALBIERO, D.; MACIEL, A. J. S.; MILAN, M.; MONTEIRO, L. A.; MION, R. L. Avaliação da distribuição de sementes por uma semeadora de anel interno rotativo utilizando média móvel exponencial. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.1, p.86-95, 2012.
- ALBRIGHT, L. D. **Environment control for animals and plants**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan. ASAE Textbook, 4, 453p., 1990.
- AMARAL, A. G.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; TEIXEIRA, V. H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.3, p.649-658, 2011.
- ANDRADE, A. R. S.; GUERRINI, I. A.; GARCIA, C. J. B.; KATEZ, I.; GUERRA, H. O. C. Variabilidade espacial da densidade do solo sob manejo da irrigação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.2, p.322-329, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório Anual 2015**. Disponível em: <<http://www.ubabef.org.br>>. Acesso em: 04 mar. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA. **Relatório Anual 2017**. Disponível em: <<http://www.ubabef.org.br>>. Acesso em: 04 mar. 2018.
- BACK, N. **Metodologia de projeto de produtos industriais**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.

BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N. E SILVA, I. J. O. **Mudanças e uso das Tabelas de Entalpia**. Piracicaba. 2007. Disponível em: <<http://www.nupea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 18 dez. 2017.

BARBOSA, O. R.; LIMA, M.; KLOSOWSKI, E. S.; LEITE, M. C. P.; CASTAGNARA, D. D.; CAPOSSI, C. Eficiência de sistemas evaporativos e dos níveis de energia na ração no desempenho de frangos de corte em crescimento. **Semina Ciências Agrárias**, v.33, n 4, p.1589-1598, 2012.

BARROS, F. F. **A melhoria contínua no processo de plantio da cana-de-açúcar**. 2008. 79 f. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

BASSI, N. S. S.; SILVA, C. L.; SANTOYO, A. Inovação, pesquisa e desenvolvimento na agroindústria avícola brasileira. **Estudos Sociedade e Agricultura**, v.21, n.2, p.392-417, 2013.

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percurso**, v.2, n.1, p.25-51, 2010.

BENTO, B. M. C.; GUIMARÃES, M. C. C.; DIAS, E. F.; DALLAGO, G. M. Avaliação da influência do ambiente térmico no desempenho de frangos de corte na UFVJM. **Revista Intercâmbio**, v.4, p.16-29, 2013.

BOIAGO, M. M.; BORBA, H.; SOUZA, P. A.; SCATOLINI, A. M.; FERRARI, F.B.; GIAMPIETRO-GANECO, A. Desempenho de frangos de corte alimentados com dietas contendo diferentes fontes de selênio, zinco e manganês, criados sob condições de estresse térmico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.1, p.241-247, 2013.

BROOM, D. M.; MOLENTO, C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.2, p.1-11, 2004.

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 e Ambiental**, v.10, n.2, p.497-504, 2006.

BUFFINGTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COOLER, R. J. Black-globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

CAMPOS, C. M. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar**. 2007. 89 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

CARMO, R. B. A. Perspectivas para a avicultura de corte na Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, v.3, n.3, p.4-12, 1999.

CARVALHO, G. B.; LOPES, J. B.; SANTOS, N. P. S.; REIS, N. B. N.; CARVALHO, W. F.; SILVA, S. F.; CARVALHO, D. A.; SILVA, E. M.; SILVA, S. M. Comportamento de frangos

de corte criados em condições de estresse térmico alimentados com dietas contendo diferentes níveis de selênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.785-797, 2013.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil**. 2011. 91 f. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2011.

CHU, C. M.; JONG, T. L.; HUANG, Y. W. **A study of thermal comfort control using least enthalpy estimator on HVAC system**. In: 24TH AMERICAN CONTROL CONFERENCE. 2005. p.3665-3670.

_____.; JONG, T. L. Enthalpy estimation for thermal comfort and energy saving in air conditioning system. **Energy Convers Manage**, v.49, p.1620-1628. 2008.

COELHO, C. N.; BORGES, M. O. Complexo agro-industrial (CAI) da avicultura. **Revista de Política Agrícola**, v.8, n.3, p.10-22, 1999.

CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; SILVA, J. N.; VIGODERIS, R. B.; PINTO, F. A. C.; CECON, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.217-224, 2010.

COSTA, J. H. S.; SARAIVA, E. P.; SANTOS, L. F. D. Efeito do ambiente sobre indicadores fisiológicos na produção de frangos de corte. **Revista Verde**, v.7, n.4, p.54 -58, 2012.

CRESSIE, N.; HARTFIELD, M. N. Conditionally specified gaussian model for spatial statistical analysis of field traits. **Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics**, v.1, n.1, p.60-77, 1996.

DAMASCENO, F. A.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R., GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.4, p.1031-1038, 2010.

ELSMAR. **Failure mode and effects Analysis - FMEA**. 2009. Disponível em: <https://elsmar.com/pdf_files/FMEA-N.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2018.

GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; CALDARA, F. R.; DUARTE, N. S. Qualidade da carne de peito de frangos de corte submetida a diferentes processamentos. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.4, n.3, p.184-193, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Normais climatológicas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 05 mar. 2018.

LAVOR, C. T. B.; FERNANDES, A. A. O.; SOUSA, F. M. Efeito de materiais isolantes térmicos em aviários no desempenho de frango de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.2, p.308-316, 2008.

LIMA, G. L. F.; OLIVEIRA, A. G.; PEDRINI, A.; ARAÚJO, V. M. D. Índices de conforto térmico: revisão e proposta para o clima quente e úmido de Natal-RN. In: VIII Encontro

Nacional e V Encontro Latino Americano sobre Conforto no Ambiente Construído, Macéio, 2005, **Anais...** Macéio, ENCAC-ELAC 2005.

LIMA, J. F.; SIQUEIRA, S. H. G.; ARAÚJO, D. V. **Relato Setorial da Avicultura**. BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 1995. 43 f. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rsfrango.pdf>. Acesso em: 22 dez. 2017.

MACARI, M.; FURLAN, R. L. Ambiência na produção de aves de corte. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. v.1, p.31-87.

MACHADO, N. S.; TINÔCO, I. F. F.; ZOLNIER, S.; MOGAMI, C. A.; DAMASCENO, F. A.; ZEVIANI, W. M. Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. **Revista Nucleus**, v.9, n.2, p.59-73, 2012.

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, v.12, n.1, p.41-46, 2007.

MARTELLO, L. S. **Interação animal-ambiente**: efeito do ambiente climático sobre as respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas em *free-stall*. 2006. 113 f. Tese (Doutorado) – Curso de Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, v.13. n.4, 277-286, 2005.

MELO, R. P. **Qualidade na distribuição longitudinal de sementes por semeadoras de precisão e fluxo contínuo nas condições edafoclimáticas do Ceará**. 2013. 125 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Agronomia. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

MELO, T.; FURLAN, R.; MILANI, A.; BUZANSKAS, M.; MOURA, A.; MOTA, D.; CARDOSO, D. Avaliação de diferentes inclinações e exposições de telhado em três tipos de cobertura em modelos reduzidos de instalações zootécnicas. **Semina Ciências Agrárias**, v.34, n.3, p.1327-1338, 2013.

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2004.

MOURA, D. J., NÄÄS, I. A., SILVA, I. J. O., SEVEGNANI, K. B., CORREA, M. E. The use of enthalpy as a thermal confort index. In: *Livestock environment, 1997*. **Proceedings...** v.5, St. Joseph., v.1. ASAE, St. Joseph, p.242–248.

MOURA, D. J. **Ambiência na produção de aves de corte**. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. 1. ed. Piracicaba: FUNEP, 2001. v.2, p.75-148.

NASCIMENTO, G. R.; NÄÄS, I. A.; BARACHO, M. S.; PEREIRA, D. F.; NEVES, D. P. Termografia infravermelho na estimativa de conforto térmico de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.658-663, 2014.

NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.802-808, 2009.

OLIVEIRA, D. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C.; FURTADO, D. A.; ARAUJO, T. G. P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.11, p.1186-1191, 2014.

OLIVEIRA, J. U. C. **Estatística - Uma nova abordagem**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2010. 530 p.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PALHARES, J. C. P. Novo desafio para avicultura: a inserção das questões ambientais nos modelos produtivos brasileiros. **Avicultura Industrial**, v.96, n.1138, p.14-20, 2005.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MATARAZZO, S. V. Influência do ambiente no consumo de água de bebida de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.2, p.289-294, 2005.

PONCIANO, P. F.; LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, G. A. S. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.60, p.1-13, 2011.

Programa Nacional de Uso Sustentável da Água, 2010. Disponível em: <http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1348>. Acesso em: 16 fev. 2016.

QUEIROZ, M. L. V. **Conforto térmico de frangos de corte em galpões com sistema de nebulização**. 2014. 177 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

QUEIROZ, M. L. V.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C. **Avaliação do desempenho térmico de frangos de corte de forma direta e prática**. In: Revista Avisite, Campinas: Mundo Agro Editora Ltda Avisite, 2012.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, p.455-459, 2010.

SALGADO, D. D.; NÄÄS, I. A.; PEREIRA, D. F., MOURA, D. J. Modelos estatísticos indicadores de comportamentos associados a bem-estar térmico para matrizes pesadas. **Revista Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.619-629, 2007.

SANTOS, P. A.; BAETA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Avaliação dos sistemas de aquecimento a gás e a lenha para frangos de corte. **Revista Ceres**, v.56, n.2, p.9-17, 2009.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T., FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Revista Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.117-122, 2005.

SCHIASSI, L.; YANAGI JUNIOR, T.; FERRAZ, P. F. P.; CAMPOS, A. T.; SILVA, G. R.; ABREU, L. H. P. Comportamento de frangos de corte submetidos a diferentes ambientes térmicos. **Revista Engenharia Agrícola**, v.35, n.3, p.390-396, 2015.

SEVEGNANI, K. B.; CAROR, I. W.; PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, 2005.

SILVA, E. G.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, C. L. S.; SOUSA, J. P. L.; ROCHA, J. M. L.; SILVEIRA JÚNIOR, O. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.132-141, 2013.

SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura de corte brasileira. **Revista Archivos de Zootecnia**, v.59, p.113-131, 2010.

SILVA, J. S.; LOPES, R. P.; LOPES, D. C.; REZENDE, R. PRINCÍPIOS BÁSICOS DE PSICROMETRIA. **Princípios básicos de psicrometria**. In: SECAGEM E ARMAZENAGEM DE PRODUTOS AGRÍCOLAS. SILVA, J. S. (editor). VIÇOSA: Aprenda fácil, 2008. p.43-70.

SILVA, R. C.; SILVA, T. P. N.; FONTES JÚNIOR, R. V. P.; VIGODERIS, R. B.; GUISELINI, C. Taxa de ventilação em ambiente protegido com microclima monitorado em Recife-PE. In: XIII JORNADA DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2013, Recife, PE. **Anais...** Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013.

SILVA, R. C.; RODRIGUES, L. R.; RODRIGUES, V. P.; ARRUDA, A. S.; SOUZA, B. B. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.2, p.22-26, 2015.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Nobel, 2000. 286p.

SILVA, S. R. G.; ABREU, M. L. T.; LOPES, J. B.; LEAL, D. I. B.; ALMENDRA, S. N. O.; SILVA, S. M. M. S.; COSTA, E. M. S. Desempenho e resposta imune de frangos de corte alimentados com dietas suplementadas com cromo na forma orgânica. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v.21, n.3, p.199-203, 2014.

SORJ, B.; POMPERMAYER, M. J.; CORADINI, O. L. **Camponeses e agroindústria: transformação social e representação política na avicultura brasileira**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein de Pesquisas Sociais, 2008. 102p. Disponível em: <<http://static.scielo.org/scielobooks/q43wq/pdf/sorj-9788599662526.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

TINÔCO, I. F. F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: ENCONTRO NACIONAL DE TÉCNICOS, PESQUISADORES E EDUCADORES DE CONSTRUÇÕES RURAIS, 3, 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.1-86.

THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineers**, v.55, p.65-72, 1958.

TOLEDO, J. C.; AMARAL, D. C. **FMEA – Análise do tipo e efeito de falha**. São Carlos: GEPEQ/UFSCar, 2008. Disponível em: <<http://www.gepeq.dep.ufscar.br/arquivos/FMEA-APOSTILA.pdf>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n.6, p.652-657, 2007.

TURCO, J. E. P.; FERREIRA, L. F. S. A.; FURLAN, R. L. Consumo e custo de energia elétrica em equipamentos utilizados em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.3, p.519-522 2002.

VIEIRA, F. M. C. **Avaliação das perdas e dos fatores bioclimáticos atuantes na condição de espera pré-abate de frangos de corte**. 2008. 176 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; NAZARENO, A. C.; FARIA, P. N.; MIRANDA, K. O. S. Termorregulação de pintos de um dia submetidos a ambiente térmico simulado de transporte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, n.1, p.208-214, 2016.

WEATHER SPARK. **Condições meteorológicas médias de Beberibe – Brasil**. Disponível em: <<https://pt.weatherspark.com/y/31116/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Beberibe-Brasil-durante-o-ano>>. Acesso em: 10 mar. 2018.

WELKER, J. S.; ROSA, A. P.; MOURA, D. J.; MACHADO, L. P.; CATELAN, F.; UTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade**. 2001. 114 f. Tese (Livre docência) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2001.

APÊNDICE A – ANÁLISE DE EFEITOS E MODOS DE FALHA (FMEA) DO PROTÓTIPO DO SENSOR ENTALPIA DE CONFORTO (PSEC) QUE POSSIBILITOU UMA ANÁLISE DETALHADA E PERMITIU LISTAR AS FALHAS CRÍTICAS DO PROJETO

Quadro 9 – Análise de Efeitos e Modos de Falha do sensor entalpia de conforto (PSEC) (Continua)

Subprocesso	Funções	Elementos principais atuantes	Requisitos exigidos	Modo potencial de falha	Efeito da falha potencial	Severidade	Classe	Causa potencial	Ocorrência	Deteção	NPR	Ações recomendadas	Observações
Medição da temperatura e umidade relativa do ar	Medição da temperatura e umidade relativa do ar	Sensor de temperatura e umidade - DHT11	Medir valores reais destas variáveis de forma contínua	Medir valores distorcidos da realidade	Valores distorcidos de entalpia e acionamento inadequado dos ventiladores	8	Carac. cri.	Sensor funcionando inadequadamente	7	6	336	Substituição do sensor de temperatura e umidade	BP
Processamento de dados	Cálculo da entalpia	Programação computacional	Ser preciso nos cálculos	Imprecisão nos cálculos	Acionamento inadequado dos ventiladores	8	Carac. cri.	Programação inadequada do sensor	5	8	320	Reprogramação do algoritmo	PP
	Classificação da entalpia	Programação computacional	Ser preciso na classificação, de acordo com a semana	Classificar a entalpia errada, em desacordo com os limites da semana vigente	Acionamento inadequado dos ventiladores	8	Carac. cri.	Programação inadequada do sensor	5	7	280	Reprogramação do algoritmo	BP
	Registro de data e hora	Módulo Arduino de Relógio de Tempo Real – programação computacional	Ser preciso nos registros do tempo cronológico	Imprecisão nos registros do tempo cronológico	Incerteza na posterior análise dos dados	3	Carac. não sig.	Programação inadequada do sensor	3	5	45	Reprogramação do algoritmo	PP
	Armazenamento de todos os dados	Módulo Arduino de cartão SD – programação computacional	Gravar todos os dados coletados com sucesso	Perda de dados coletados	Impossibilidade de análise dos dados coletados	4	Carac. não sig.	Programação inadequada do sensor	3	5	60	Reprogramação do algoritmo	PP

Quadro 9 – Análise de Efeitos e Modos de Falha do sensor entalpia de conforto (PSEC) (Conclusão)

Subprocesso	Funções	Elementos principais atuantes	Requisitos exigidos	Modo potencial de falha	Efeito da falha potencial	Severidade	Classe	Causa potencial	Ocorrência	Deteção	N.P.R.	Ações recomendadas	Observações
Acionamento dos ventiladores	Disparar o conjunto de 36 ventiladores	Módulo relé 5V	Disparar os ventiladores conforme as Tabelas de Entalpia	Não acionamento dos ventiladores em tempo correto	Conforto térmico para frangos de corte prejudicado	8	Carac. não sig.	Problemas no relé	8	2	128	Substituição do módulo relé 5V	PP
Visualização de dados (tela/visor)	Mostrar valores de temperatura, umidade e número da semana corrente	Módulo Arduino de tela de 7 seguimentos	Mostrar valores legíveis	Números ilegíveis	Acionamento inadequado da semana avaliada	5	Carac. não sig.	Problemas no visor	1	1	5	Substituição do módulo Arduino de tela de 7 seguimentos	PP
Indicação das cores da Tabelas de Entalpia (4 cores)	Acionar luzes de acordo com o valor do cálculo do IEC	Placa de Arduino – programação computacional	Acionar luzes de cores diferentes, de acordo com o valor do cálculo do IEC	Luzes acionadas nas cores incorretas ou não acionamento das luzes	Ineficiência no acionamento manual de nebulizadores	6	Carac. cri.	Problemas na placa do Arduino ou programação inadequada do sensor	6	6	216	Substituição das luzes de LED ou reprogramação do algoritmo	PP
Acionamento do cabo de fonte de energia elétrica	Manter o aparelho ligado em uma fonte de energia elétrica	Operador e entrada para ligar cabo de fonte de energia elétrica	Manter o aparelho ligado	Não funcionamento do protótipo e perda simultânea dos dados no momento da falha	Conforto térmico para frangos de corte prejudicado	8	Carac. não sig.	Problemas na fonte de energia onde o sensor foi conectado	1	1	8	Conectar novamente o sensor em outra fonte de energia	PP
Seleção da semana	Seleção da semana corrente	Operador e bastão modo de seleção das semanas	Seleção correta da semana corrente e acionamento de partida do protótipo	Uso de parâmetros de IEC divergentes para referida semana	Acionamento dos ventiladores em desacordo com o IEC da semana corrente	8	Carac. sig.	Problemas no visor ou na fonte de energia onde o sensor foi conectado	6	4	192	Conectar novamente o sensor em outra fonte de energia e realizar nova seleção da semana	PP

APÊNDICE B – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 1ª SEMANA

Tabela 37 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 1ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	33,4	33,7	30,9	34,0	34,0	31,4
Mínimo	31,8	32,2	27,9	32,7	32,7	28,4
Máximo	34,6	35,0	32,9	34,4	35,3	33,2
DP	1,029	0,952	1,530	0,426	0,575	1,356
Variância	1,059	0,907	2,341	0,181	0,331	1,838
CV	3,08	2,83	4,94	1,25	1,70	4,31
Amplitude	2,832	2,783	5,000	1,635	2,589	4,793
Simetria	-0,36	-0,34	-0,67	-1,76	0,50	-0,53
Curtose	-1,59	-1,43	-0,83	2,72	1,15	-0,44

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 38 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	33,5	33,2	32,9	33,8	33,8	34,0	30,9
Mínimo	31,5	31,6	31,1	32,3	32,5	32,6	27,9
Máximo	34,6	34,4	34,3	35,1	35,1	35,4	32,9
DP	0,981	0,985	1,174	0,938	0,965	0,962	1,530
Variância	0,962	0,971	1,379	0,880	0,932	0,926	2,341
CV	2,93	2,96	3,57	2,77	2,85	2,83	4,94
Amplitude	3,098	2,827	3,186	2,857	2,609	2,791	5,000
Simetria	-0,61	-0,41	-0,32	-0,40	-0,25	-0,09	-0,67
Curtose	-0,91	-1,36	-1,65	-1,23	-1,65	-1,46	-0,83

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 39 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	34,0	33,3	33,9	34,0	34,1	34,3	31,4
Mínimo	32,4	32,3	33,0	32,8	32,9	32,8	28,4
Máximo	34,6	35,5	34,3	35,0	34,6	35,5	33,2
DP	0,587	0,796	0,368	0,473	0,410	0,524	1,356
Variância	0,344	0,633	0,135	0,224	0,168	0,275	1,838
CV	1,73	2,39	1,09	1,39	1,20	0,524	4,31
Amplitude	2,202	3,175	1,322	2,172	1,713	2,615	4,793
Simetria	-1,72	1,14	-0,98	-0,44	-1,46	-0,36	-0,53
Curtose	2,20	1,14	0,24	1,79	2,58	2,50	-0,44

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 40 – Análise de variância da temperatura do ar (T, em °C), na 1ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Manhã					
Fator	2	109,67	54,83	38,19	0,000
Erro	69	99,07	1,44		
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Tarde					
Fator	2	101,701	50,851	64,90	0,000
Erro	69	54,59	0,783		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	119,90	39,97	28,48	0,000
Erro	92	129,12	1,40		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	143,36	47,79	37,35	0,000
Erro	92	117,71	1,28		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	118,577	39,526	63,61	0,000
Erro	92	57,170	0,621		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	122,345	40,782	54,93	0,000
Erro	92	68,309	0,742		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 41 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 1ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	55	56	62	54	56	61
Mínimo	51	52	53	50	53	53
Máximo	61	62	78	58	63	73
DP	3,167	3,299	7,69	2,469	3,020	6,46
Variância	10,028	10,882	59,14	6,098	9,119	41,70
CV	5,73	5,92	12,39	4,56	5,38	10,63
Amplitude	10,077	9,711	24,72	8,197	9,818	20,38
Simetria	0,51	0,48	0,76	0,14	0,67	0,40
Curtose	-1,12	-1,17	-0,78	-1,25	-0,67	-1,34

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 42 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	55	57	56	54	55	56	62
Mínimo	51	53	52	50	51	51	53
Máximo	62	63	63	60	59	62	78
DP	3,302	3,250	3,707	3,312	2,619	3,389	7,69
Variância	10,904	10,563	13,740	10,967	6,859	11,484	59,14
CV	6,03	5,68	6,57	6,16	4,80	6,04	12,39
Amplitude	10,906	10,160	11,099	10,141	8,345	10,277	24,72

Simetria	0,76	0,60	0,39	0,51	0,43	0,29	0,76
Curtose	-0,53	-0,89	-1,33	-1,14	-1,11	-1,37	-0,78

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 43 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	55	57	56	55	52	56	61
Mínimo	50	54	51	51	48	52	53
Máximo	62	63	61	62	55	63	73
DP	3,984	2,750	3,384	3,164	2,019	3,340	6,46
Variância	15,873	7,563	11,453	10,013	4,077	11,157	41,70
CV	7,29	4,80	6,07	5,78	3,89	5,93	10,63
Amplitude	12,548	9,822	10,069	10,591	6,743	11,165	20,38
Simetria	0,56	0,77	0,38	0,65	-0,46	0,44	0,40
Curtose	-0,87	-0,13	-1,36	-0,72	-0,92	-1,01	-1,34

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 44 – Análise de variância da umidade relativa do ar (UR, em %), na 1ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URautomatizado, URtradicional e URexterno – Manhã					
Fator	2	692,8	346,4	12,98	0,000
Erro	69	1841,2	26,7		
URautomatizado, URtradicional e URexterno – Tarde					
Fator	2	554,2	277,1	14,60	0,000
Erro	69	1309,2	19,0		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URexterno – Manhã					
Fator	3	878,5	292,8	12,92	0,000
Erro	92	2084,8	22,7		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URexterno – Manhã					
Fator	3	878,1	292,7	12,70	0,000
Erro	92	2119,6	23,0		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URexterno – Tarde					
Fator	3	975,4	325,1	17,79	0,000
Erro	92	1681,5	18,3		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URexterno – Tarde					
Fator	3	461,3	153,8	8,73	0,000
Erro	92	1620,1	17,6		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 45 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 1ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	78,3	79,6	74,5	79,4	80,8	75,3
Mínimo	76,3	78,2	73,5	77,3	76,7	72,9
Máximo	80,2	81,4	75,8	82,5	87,1	77,3
DP	1,235	0,970	0,485	1,671	3,142	1,203
Variância	1,525	0,942	0,236	2,793	9,872	1,447
CV	1,58	1,22	0,65	2,10	3,89	1,60
Amplitude	3,842	3,188	2,310	5,179	10,378	4,398
Simetria	-0,08	0,49	0,71	0,70	0,60	-0,54
Curtose	-1,37	-0,93	1,72	-1,00	-0,96	-0,77

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 46 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	78,2	79,2	77,5	78,6	79,3	81,0	74,5
Mínimo	76,7	77,3	75,4	77,2	76,1	79,6	73,5
Máximo	80,1	81,0	79,4	80,4	81,5	83,9	75,8
DP	1,011	1,092	1,368	1,053	1,551	1,134	0,485
Variância	1,021	1,192	1,873	1,109	2,405	1,287	0,236
CV	1,29	1,38	1,77	1,34	1,96	1,40	0,65
Amplitude	3,462	3,664	3,998	3,229	5,438	4,295	2,310
Simetria	0,44	-0,14	-0,20	0,38	-0,48	1,10	0,71
Curtose	-0,78	-1,20	-1,39	-1,26	-0,74	0,81	1,72

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 47 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	79,8	79,8	80,4	80,2	78,0	82,5	75,3
Mínimo	76,8	74,2	77,3	77,1	73,4	78,9	72,9
Máximo	83,9	88,2	84,7	85,3	80,7	88,0	77,3
DP	2,294	3,805	2,527	2,841	1,967	2,986	1,203
Variância	5,262	14,477	6,387	8,072	3,870	8,916	1,447
CV	2,88	4,76	3,14	3,54	2,52	3,62	1,60
Amplitude	7,051	13,954	7,413	8,211	7,230	9,095	4,398
Simetria	0,25	0,44	0,47	0,56	-1,07	0,61	-0,54
Curtose	-1,33	-0,63	-1,41	-1,28	0,60	-1,08	-0,77

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 48 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (IEC, em kJ/kg de ar seco), na 1ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Manhã					
Fator	2	345,025	172,512	191,52	0,000
Erro	69	62,153	0,901		
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Tarde					
Fator	2	398,77	199,38	42,39	0,000
Erro	69	324,56	4,70		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	303,11	101,04	73,03	0,000
Erro	92	127,28	1,38		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	554,896	184,965	193,50	0,000
Erro	92	87,942	0,956		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	376,65	125,55	29,60	0,000
Erro	92	390,22	4,24		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	652,61	217,54	26,44	0,000
Erro	92	756,96	8,23		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 49 – Teste t das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto, na 1ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
Temperatura do ar (°C)						
1º quadrante	33,5	33,2	0,364	34,0	33,4	0,004
2º quadrante	32,9	33,9	0,004	33,9	34,0	0,186
3º quadrante	33,8	34,0	0,586	34,1	34,3	0,138
Umidade relativa do ar (%)						
1º quadrante	55	57	0,011	55	57	0,012
2º quadrante	56	54	0,012	56	55	0,305
3º quadrante	55	56	0,095	52	56	0,000
Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco)						
1º quadrante	78,2	79,3	0,001	79,8	79,9	0,944
2º quadrante	77,5	78,6	0,002	80,4	80,2	0,789
3º quadrante	79,3	81,0	0,000	78,1	82,5	0,000

APÊNDICE C – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 2ª SEMANA

Tabela 50 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 2ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	32,3	32,4	32,0	33,1	33,2	32,2
Mínimo	30,6	31,3	28,4	31,8	32,0	29,0
Máximo	33,1	33,2	32,3	34,0	33,8	34,6
DP	0,786	0,553	1,947	0,662	0,511	1,777
Variância	0,617	0,305	3,791	0,438	0,261	3,158
CV	2,43	1,71	6,08	2,00	1,54	5,52
Amplitude	2,492	1,897	6,023	2,175	1,754	5,538
Simetria	-0,74	-0,63	-0,40	-0,81	-1,02	-0,51
Curtose	-0,83	-0,60	-1,18	-0,54	-0,01	-0,96

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 51 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	32,0	32,0	32,2	32,5	32,6	32,6	32,0
Mínimo	30,2	31,0	30,4	31,6	31,3	31,2	28,4
Máximo	33,0	33,0	33,1	33,1	33,4	33,4	32,3
DP	0,830	0,555	0,841	0,474	0,703	0,666	1,947
Variância	0,688	0,308	0,707	0,225	0,494	0,444	3,791
CV	2,59	1,73	2,61	1,46	2,15	2,04	6,08
Amplitude	2,766	2,087	2,695	1,505	2,168	2,129	6,023
Simetria	-0,87	-0,18	-0,75	-0,69	-0,52	-0,74	-0,40
Curtose	-0,44	-0,13	-0,92	-0,84	-1,13	-0,87	-1,18

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 52 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	33,05	33,0	33,1	33,3	33,3	33,2	32,2
Mínimo	31,8	32,3	31,7	32,0	31,9	31,8	29,0
Máximo	33,9	33,6	33,9	34,0	34,1	34,0	34,6
DP	0,604	0,403	0,684	0,598	0,702	0,659	1,777
Variância	0,364	0,163	0,468	0,358	0,492	0,434	3,158
CV	1,83	1,22	2,07	1,80	1,22	1,98	5,52
Amplitude	2,010	1,332	2,246	2,010	2,270	2,182	5,538
Simetria	-0,78	-0,31	-0,81	-0,85	-0,81	-0,79	-0,51
Curtose	-0,57	-0,97	-0,46	-0,39	-0,60	-0,44	-0,96

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 53 – Análise de variância da temperatura do ar (T, em °C), na 2ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Manhã					
Fator	2	1,74	0,87	0,55	0,577
Erro	69	108,41	1,57		
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Tarde					
Fator	2	14,45	7,23	5,62	0,005
Erro	69	88,70	1,29		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	5,96	1,99	1,40	0,248
Erro	92	130,65	1,42		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	7,05	2,35	1,97	0,124
Erro	92	109,65	1,19		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	16,61	5,54	4,94	0,003
Erro	92	103,10	1,12		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	17,70	5,90	5,74	0,001
Erro	92	94,59	1,03		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 54 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 2ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	56	56	50	58	59	57
Mínimo	52	52	45	54	54	47
Máximo	63	62	62	65	66	68
DP	3,372	3,155	5,53	3,380	3,324	6,29
Variância	11,369	9,957	30,57	11,423	11,050	39,54
CV	6,04	5,63	10,97	5,81	5,63	11,12
Amplitude	11,166	10,039	17,58	10,955	11,775	20,96
Simetria	0,70	0,54	0,77	0,50	0,54	0,48
Curtose	-0,66	-0,87	-0,66	-0,99	-0,87	-0,92

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 55 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	56	56	56	55	56	57	50
Mínimo	52	52	52	50	51	53	45
Máximo	63	62	63	61	63	64	62
DP	3,394	3,067	3,337	3,258	3,477	3,277	5,53
Variância	11,522	9,407	11,133	10,616	12,090	10,740	30,57
CV	6,10	5,46	6,00	5,95	6,20	5,73	10,97

Amplitude	11,249	9,879	11,455	10,494	12,006	10,947	17,58
Simetria	0,61	0,58	0,73	0,46	0,66	0,52	0,77
Curtose	-0,82	-0,73	-0,56	-0,96	-0,62	-0,95	-0,66

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 56 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	59	58	59	58	57	60	57
Mínimo	54	54	53	53	53	55	47
Máximo	65	66	66	66	64	67	68
DP	3,241	3,135	3,723	3,409	3,246	3,561	6,29
Variância	10,506	9,829	13,863	11,623	10,535	12,679	39,54
CV	5,53	5,36	6,33	5,85	5,68	5,91	11,12
Amplitude	11,208	11,839	12,223	12,509	10,704	12,145	20,96
Simetria	0,52	0,90	0,37	0,62	0,55	0,26	0,48
Curtose	-0,81	0,08	-1,13	-0,41	-0,90	-0,97	-0,92

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 57 – Análise de variância da umidade relativa do ar (UR, em %), na 2ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URautomatizado, URtradicional e URexterno – Manhã					
Fator	2	489,2	244,6	14,14	0,000
Erro	69	1193,5	17,3		
URautomatizado, URtradicional e URexterno – Tarde					
Fator	2	75,4	37,7	1,82	0,169
Erro	69	1426,4	20,7		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URexterno – Manhã					
Fator	3	528,1	176,0	10,78	0,000
Erro	92	1502,2	16,3		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URexterno – Manhã					
Fator	3	650,3	216,8	14,14	0,000
Erro	92	1410,6	15,3		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URexterno – Tarde					
Fator	3	86,6	28,9	1,55	0,207
Erro	92	1712,3	18,6		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URexterno – Tarde					
Fator	3	166,2	55,4	3,01	0,034
Erro	92	1694,5	18,4		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 58 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 2ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	74,7	75,4	69,7	79,7	80,4	74,9
Mínimo	73,9	73,6	66,3	77,7	76,6	71,8
Máximo	76,2	77,7	73,0	81,6	82,0	77,0
DP	0,534	1,037	2,221	0,824	1,349	1,600
Variância	0,285	1,074	4,934	0,680	1,819	2,560
CV	0,71	1,38	3,19	1,03	1,68	2,14
Amplitude	2,362	4,100	6,617	3,884	5,398	5,174
Simetria	0,67	-0,19	0,02	0,05	-1,37	-0,73
Curtose	1,17	-0,31	-1,45	1,06	1,85	-0,65

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 59 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	73,8	74,3	74,2	74,9	76,2	77,0	69,7
Mínimo	72,5	72,1	72,7	72,8	74,8	75,3	66,3
Máximo	75,3	77,2	75,3	76,7	78,1	79,1	73,0
DP	0,714	1,267	0,744	1,265	0,812	0,832	2,221
Variância	0,510	1,606	0,554	1,599	0,659	0,693	4,934
CV	0,97	1,71	1,00	1,69	1,07	1,08	3,19
Amplitude	2,738	5,102	2,677	3,866	3,325	3,803	6,617
Simetria	-0,01	0,10	-0,56	-0,52	0,43	0,47	0,02
Curtose	-0,72	-0,32	-0,56	-1,05	-0,09	1,21	-1,45

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 60 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	79,7	79,4	79,9	80,2	79,4	81,6	74,9
Mínimo	76,8	74,0	77,6	77,0	78,2	79,0	71,8
Máximo	81,8	82,4	81,8	81,5	81,2	83,1	77,0
DP	0,938	2,157	0,998	1,104	0,808	1,047	1,600
Variância	0,880	4,654	0,996	1,219	0,653	1,096	2,560
CV	1,18	2,72	1,25	1,38	1,02	1,28	2,14
Amplitude	5,003	8,399	4,223	4,503	3,002	4,144	5,174
Simetria	-0,98	-0,79	-0,47	-1,57	0,74	-1,07	-0,73
Curtose	3,69	0,32	0,82	2,62	0,12	1,24	-0,65

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 61 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (IEC, em kJ/kg de ar seco), na 2ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Manhã					
Fator	2	468,16	234,08	111,58	0,000
Erro	69	144,76	2,10		
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Tarde					
Fator	2	436,74	218,37	129,51	0,000
Erro	69	116,34	1,69		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	544,77	181,59	109,11	0,000
Erro	92	153,11	1,66		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	680,88	226,96	102,80	0,000
Erro	92	203,12	2,21		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	614,23	204,74	85,95	0,000
Erro	92	219,16	2,38		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 62 – Teste t das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto, na 2ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
Temperatura do ar (°C)						
1º quadrante	32,0	32,0	0,947	33,1	33,0	0,688
2º quadrante	32,2	32,5	0,072	32,2	33,3	0,315
3º quadrante	32,6	32,6	0,868	32,6	32,6	0,752
Umidade relativa do ar (%)						
1º quadrante	56	56	0,590	59	59	0,918
2º quadrante	56	55	0,382	59	58	0,595
3º quadrante	56	57	0,262	57	60	0,003
Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco)						
1º quadrante	73,8	74,3	0,132	-	-	-
2º quadrante	74,2	74,9	0,043	79,9	80,2	0,390
3º quadrante	76,2	77,0	0,003	79,4	81,6	0,000

APÊNDICE D – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 3ª SEMANA

Tabela 63 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 3ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	30,6	30,8	32,8	31,1	31,1	32,9
Mínimo	28,5	28,6	29,2	30,2	30,1	29,0
Máximo	32,1	32,3	35,4	31,8	31,9	35,2
DP	1,124	1,176	2,038	0,427	0,517	1,873
Variância	1,264	1,383	4,152	0,182	0,267	3,507
CV	3,67	3,81	6,20	1,37	1,66	5,69
Amplitude	3,585	3,639	6,153	1,640	1,834	6,187
Simetria	-0,30	-0,34	-0,41	-0,31	-0,30	-0,67
Curtose	-1,13	-1,23	-1,11	-0,52	-0,73	-0,61

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 64 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,4	30,9	30,6	30,8	30,8	30,8	32,8
Mínimo	28,3	28,9	28,6	28,6	28,6	28,4	29,2
Máximo	31,7	32,6	32,2	32,3	32,4	32,0	35,4
DP	1,010	1,233	1,170	1,190	1,203	1,134	2,038
Variância	1,021	1,521	1,369	1,416	1,448	1,286	4,152
CV	3,33	3,99	3,82	3,87	3,91	1,53	6,20
Amplitude	3,338	3,697	3,659	3,737	3,758	3,548	6,153
Simetria	-0,49	-0,07	-0,21	-0,30	-0,24	-0,67	-0,41
Curtose	-0,85	-1,41	-1,23	-1,26	-1,19	-0,83	-1,11

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 65 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,5	31,0	31,3	31,6	31,5	30,7	32,9
Mínimo	29,7	29,7	30,2	30,8	30,5	29,7	29,0
Máximo	31,4	32,1	32,0	32,2	32,2	31,4	35,2
DP	0,467	0,731	0,436	0,383	0,416	0,468	1,873
Variância	0,218	0,534	0,190	0,147	0,173	0,219	3,507
CV	1,53	2,36	0,436	1,21	1,32	1,52	5,69
Amplitude	1,606	2,385	1,809	1,439	1,667	1,692	6,187
Simetria	0,21	-0,06	-0,91	-0,36	-0,72	-0,72	-0,67
Curtose	-1,14	-1,28	1,02	-0,35	0,29	-0,14	-0,61

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 66 – Análise de variância da temperatura do ar (T, em °C), na 3ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Manhã					
Fator	2	74,11	37,06	16,35	0,000
Erro	69	156,39	2,27		
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Tarde					
Fator	2	53,45	26,72	20,27	0,000
Erro	69	90,98	1,32		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	93,80	31,27	15,65	0,000
Erro	92	183,77	2,00		
Ttrad. Q1, Ttrad. Q2, Ttrad. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	74,33	24,78	11,83	0,000
Erro	92	192,64	2,09		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	75,08	25,03	24,49	0,000
Erro	92	94,01	1,02		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	69,58	23,19	21,05	0,000
Erro	92	101,35	1,10		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 67 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 3ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	62	61	51	64	59	55
Mínimo	58	57	45	60	56	48
Máximo	71	68	63	70	66	69
DP	3,682	2,965	5,58	2,603	2,878	6,36
Variância	13,558	8,791	31,16	6,776	8,281	40,51
CV	5,91	4,85	10,90	4,05	4,84	11,48
Amplitude	12,984	10,925	17,05	9,637	9,867	21,80
Simetria	0,89	0,56	0,76	0,63	1,07	0,79
Curtose	-0,11	-0,45	-0,62	-0,43	0,02	-0,39

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 68 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	61	61	60	59	66	63	51
Mínimo	57	56	55	54	61	61	45
Máximo	69	70	68	68	76	66	63
DP	3,432	4,120	3,756	3,958	3,974	1,441	5,58
Variância	11,781	16,976	14,106	15,664	15,791	2,076	31,16
CV	5,61	6,73	6,27	6,66	6,05	2,29	10,90

Amplitude	12,119	13,950	12,686	13,454	14,751	5,821	17,05
Simetria	0,76	0,40	0,72	0,64	1,05	0,82	0,76
Curtose	-0,35	-1,00	-0,45	-0,69	0,48	0,19	-0,62

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 69 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	64	55	62	61	67	62	55
Mínimo	59	51	58	57	64	59	48
Máximo	70	62	69	69	72	68	69
DP	2,913	3,891	2,876	3,020	2,123	2,602	6,36
Variância	8,485	15,138	8,272	9,117	4,506	6,768	40,51
CV	4,53	7,11	4,65	4,94	3,18	4,17	11,48
Amplitude	10,096	11,315	10,711	11,654	8,103	9,416	21,80
Simetria	0,35	0,63	0,75	0,76	0,85	0,69	0,79
Curtose	-0,81	-1,17	-0,22	-0,01	0,23	-0,35	-0,39

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 70 – Análise de variância da umidade relativa do ar (UR, em %), na 3ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URautomatizado, URtradicional e URExterno – Manhã					
Fator	2	1782,3	891,2	49,96	0,000
Erro	69	1230,8	17,8		
URautomatizado, URtradicional e URExterno – Tarde					
Fator	2	933,4	466,7	25,20	0,000
Erro	69	1278,0	18,5		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URExterno – Manhã					
Fator	3	2656,4	885,5	48,62	0,000
Erro	92	1675,4	18,2		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Manhã					
Fator	3	1922,6	640,9	38,91	0,000
Erro	92	1515,2	16,5		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URExterno – Tarde					
Fator	3	1672,2	557,4	36,09	0,000
Erro	92	1420,7	15,4		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Tarde					
Fator	3	1106,4	368,8	20,62	0,000
Erro	92	1645,2	17,9		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 71 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 3ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	73,6	73,0	73,0	76,9	73,4	76,4
Mínimo	71,7	70,1	69,2	76,1	72,1	72,9
Máximo	76,4	76,5	76,8	77,6	74,8	78,6
DP	1,630	2,134	2,532	0,420	0,885	1,714
Variância	2,658	4,552	6,409	0,177	0,783	2,937
CV	2,21	2,90	3,47	0,55	1,21	2,24
Amplitude	4,728	6,447	7,610	1,518	2,781	5,674
Simetria	0,42	-0,24	-0,01	0,02	-0,09	-0,77
Curtose	-1,31	-1,38	-1,31	-0,73	-1,47	-0,33

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 72 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	72,1	74,0	72,1	72,3	76,7	74,7	73,0
Mínimo	69,9	71,5	70,1	70,0	74,1	68,6	69,2
Máximo	74,4	76,7	75,2	74,5	81,1	78,7	76,8
DP	1,274	1,585	1,582	1,468	2,199	3,580	2,532
Variância	1,623	2,512	2,503	2,155	4,834	12,819	6,409
CV	1,77	2,14	2,19	2,03	2,87	4,79	3,47
Amplitude	4,463	5,167	5,113	4,499	7,046	10,104	7,610
Simetria	-0,09	0,35	0,44	0,08	0,62	-0,66	-0,01
Curtose	-0,87	-1,25	-1,13	-1,37	-0,96	-1,22	-1,31

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 73 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	74,6	69,7	75,9	76,3	80,2	74,3	76,4
Mínimo	73,7	68,1	74,8	74,9	79,5	71,9	72,9
Máximo	76,3	69,6	77,1	78,7	81,3	77,4	78,6
DP	0,662	1,017	0,669	0,971	0,463	1,618	1,714
Variância	0,439	1,035	0,447	0,944	0,215	2,617	2,937
CV	0,89	1,46	0,88	1,27	0,58	2,18	2,24
Amplitude	2,589	3,016	2,317	3,766	1,789	5,525	5,674
Simetria	1,66	-0,21	0,42	0,77	0,56	0,50	-0,77
Curtose	2,52	-1,45	-0,89	-0,22	-0,16	-0,80	-0,33

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 74 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (IEC, em kJ/kg de ar seco), na 3ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECAutomatizado, IECTradicional e IECexterno – Manhã					
Fator	2	7,42	3,71	0,82	0,446
Erro	69	313,24	4,54		
IECAutomatizado, IECTradicional e IECexterno – Tarde					
Fator	2	174,65	87,32	67,22	0,000
Erro	69	89,64	1,30		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	336,42	112,14	29,19	0,000
Erro	92	353,48	3,84		
IECTrad. Q1, IECTrad. Q2, IECTrad. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	86,58	28,86	4,83	0,004
Erro	92	549,57	5,97		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	420,49	140,16	138,84	0,000
Erro	92	92,87	1,01		
IECTrad. Q1, IECTrad. Q2, IECTrad. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	720,99	240,33	127,62	0,000
Erro	92	173,25	1,88		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 75 – Teste t das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto, na 3ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
Temperatura do ar (°C)						
1º quadrante	30,4	30,9	0,096	30,5	31,0	0,005
2º quadrante	30,6	30,8	0,678	31,3	31,6	0,032
3º quadrante	30,8	30,8	0,996	31,5	30,7	0,000
Umidade relativa do ar (%)						
1º quadrante	61	61	0,972	64	55	0,000
2º quadrante	60	59	0,691	62	61	0,391
3º quadrante	66	63	0,002	67	62	0,000
Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco)						
1º quadrante	72,1	74,0	0,000	74,6	69,7	0,000
2º quadrante	72,1	72,3	0,712	75,9	76,3	0,105
3º quadrante	76,7	74,7	0,031	80,2	74,3	0,000

APÊNDICE E – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 4ª SEMANA

Tabela 76 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 4ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	30,5	30,6	33,1	31,5	31,3	33,6
Mínimo	27,9	27,9	29,5	30,4	30,3	29,2
Máximo	32,5	32,4	35,9	32,4	32,3	36,0
DP	1,445	1,411	2,105	0,644	0,498	1,967
Variância	2,088	1,990	4,432	0,415	0,248	3,868
CV	4,74	4,61	6,36	2,05	1,59	5,86
Amplitude	4,564	4,504	6,414	2,034	1,991	6,872
Simetria	-0,22	-0,30	-0,34	-0,34	0,22	-0,76
Curtose	-1,12	-1,08	-1,22	-1,25	-0,24	-0,36

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 77 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 4ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	29,6	30,3	30,8	29,3	31,1	31,0	30,3	33,1
Mínimo	26,9	27,9	28,2	26,2	28,6	28,6	27,3	29,5
Máximo	31,8	32,1	32,8	32,4	32,9	32,9	32,4	35,9
DP	1,521	1,406	1,447	2,124	1,338	1,375	1,499	2,105
Variância	2,314	1,977	2,095	4,509	1,790	1,891	2,248	4,432
CV	5,14	4,64	4,70	7,23	4,29	4,43	4,94	6,36
Amplitude	4,949	4,264	4,545	6,200	4,354	4,256	5,107	6,414
Simetria	-0,15	-0,30	-0,24	0,11	-0,29	-0,26	-0,31	-0,34
Curtose	-0,93	-1,24	-1,18	-1,41	-1,09	-1,21	-0,85	-1,22

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 78 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 4ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,8	30,6	31,8	31,7	31,9	31,8	31,5	33,6
Mínimo	29,5	29,3	30,7	29,8	31,1	30,9	30,5	29,2
Máximo	31,9	31,8	32,7	32,6	32,5	32,6	32,6	36,0
DP	0,734	0,676	0,610	0,773	0,317	0,597	0,518	1,967
Variância	0,539	0,457	0,372	0,598	0,100	0,357	0,268	3,868
CV	2,38	2,21	1,92	2,44	0,99	1,88	1,64	5,86
Amplitude	2,430	2,535	1,938	2,800	1,383	1,737	2,057	6,872
Simetria	-0,33	0,16	-0,38	-0,95	-0,14	-0,30	0,38	-0,76
Curtose	-1,09	-0,55	-1,23	0,15	0,73	-1,38	-0,32	-0,36

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 79 – Análise de variância da temperatura do ar (T, em °C), na 4ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Manhã					
Fator	2	105,05	52,53	18,52	0,000
Erro	69	195,74	2,84		
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Tarde					
Fator	2	75,59	37,79	25,02	0,000
Erro	69	104,21	1,51		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	151,36	50,45	18,80	0,000
Erro	92	246,84	2,68		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	123,15	41,05	15,72	0,000
Erro	92	240,29	2,61		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	96,42	32,14	25,03	0,000
Erro	92	118,12	1,28		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	110,54	36,85	31,40	0,000
Erro	92	107,97	1,17		
Tautomatizado Q2, Ttradicional e TPSEC – Manhã					
Fator	2	43,92	21,96	7,85	0,001
Erro	69	193,07	2,80		
Tautomatizado Q2, Ttradicional e TPSEC – Tarde					
Fator	2	0,407	0,204	0,57	0,568
Erro	69	24,617	0,357		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 80 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 4ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	59	59	50	60	60	52
Mínimo	52	53	43	55	55	45
Máximo	70	68	63	66	66	67
DP	5,34	4,867	6,47	3,354	3,293	6,14
Variância	28,52	23,688	41,87	11,249	10,843	37,71
CV	9,00	8,18	12,87	5,62	5,50	11,77
Amplitude	18,17	15,026	20,13	10,591	10,368	21,78
Simetria	0,46	0,46	0,64	0,63	0,57	1,00
Curtose	-0,80	-1,10	-0,99	-0,86	-1,10	-0,03

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 81 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 4ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	60	58	59	43	59	58,54	61	50
Mínimo	53	53	53	35	53	50	54	43
Máximo	74	67	68	59	68	68	71	63
DP	5,69	4,724	4,723	7,45	4,521	5,75	5,45	6,47
Variância	32,43	22,314	22,304	55,43	20,439	33,05	29,68	41,87
CV	9,44	8,10	7,98	17,49	7,70	9,82	8,87	12,87
Amplitude	21,52	14,905	15,172	24,00	14,820	18,82	10,773	20,13
Simetria	0,67	0,42	0,65	0,88	0,55	0,15	0,50	0,64
Curtose	0,01	-1,10	-0,78	-0,48	-0,82	-1,15	-1,08	-0,99

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 82 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 4ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	60	60	60	37	59	59	61	52
Mínimo	55	55	55	35	55	55	56	45
Máximo	66	68	67	41	66	66	66	67
DP	3,439	3,554	3,286	1,674	3,300	3,425	3,103	6,14
Variância	11,826	12,630	10,800	2,801	10,893	11,730	9,629	37,71
CV	5,76	5,93	5,48	4,55	5,59	5,78	5,12	11,77
Amplitude	10,773	12,572	11,687	6,200	10,958	11,460	9,595	21,78
Simetria	0,51	0,64	0,74	1,26	0,75	0,68	0,42	1,00
Curtose	-1,05	-0,74	-0,45	0,74	-0,81	-0,75	-1,24	-0,03

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 83 – Análise de variância da umidade relativa do ar (UR, em %), na 4ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URautomatizado, URtradicional e URexterno – Manhã					
Fator	2	1336,9	668,5	21,32	0,000
Erro	69	2163,8	31,4		
URautomatizado, URtradicional e URexterno – Tarde					
Fator	2	926,4	463,2	23,23	0,000
Erro	69	1375,5	19,9		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URexterno – Manhã					
Fator	3	1515,2	505,1	15,58	0,000
Erro	92	2982,1	32,4		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URexterno – Manhã					
Fator	3	1668,1	556,0	19,46	0,000
Erro	92	2629,0	28,6		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URexterno – Tarde					
Fator	3	1018,5	339,5	18,84	0,000
Erro	92	1657,6	18,0		

URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Tarde					
Fator	3	1102,5	367,5	20,74	0,000
Erro	92	1629,9	17,7		
URautomatizado Q2, URtradicional e URPSEC – Manhã					
Fator	2	4305,7	2152,8	65,78	0,000
Erro	69	2258,1	32,7		
URautomatizado Q2, URtradicional e URPSEC – Tarde					
Fator	2	8282,11	4141,05	507,19	0,000
Erro	69	563,36	8,16		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 84 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 4ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	71,1	71,7	73,0	74,8	74,6	76,1
Mínimo	70,0	68,5	70,2	74,1	72,6	71,7
Máximo	73,8	74,4	76,4	75,8	76,9	79,0
DP	1,337	1,530	1,977	0,411	1,059	2,010
Variância	1,788	2,340	3,908	0,169	1,122	4,039
CV	1,88	2,13	2,71	0,55	1,42	2,64
Amplitude	4,845	5,843	6,189	1,639	4,249	7,289
Simetria	0,24	-0,10	0,20	0,59	0,54	-0,45
Curtose	-0,76	-0,56	-1,09	-0,31	0,22	-0,36

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 85 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 4ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	68,9	70,0	72,2	56,5	73,0	72,3	72,0	73,0
Mínimo	65,8	67,5	69,6	52,9	70,4	70,8	67,4	70,2
Máximo	71,6	72,5	76,2	57,1	75,8	74,4	74,9	76,4
DP	1,538	1,519	1,852	2,094	1,563	0,986	1,834	1,977
Variância	2,364	2,309	3,430	4,386	2,443	0,972	3,363	3,908
CV	2,23	2,17	2,57	3,71	2,14	1,36	2,55	2,71
Amplitude	5,806	4,959	6,592	7,359	5,441	3,652	7,409	6,189
Simetria	0,01	-0,17	0,60	0,19	0,19	0,23	-0,65	0,20
Curtose	-0,36	-1,10	-0,59	-0,68	-1,01	-0,64	0,46	-1,09

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 86 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 4ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	72,6	72,1	76,1	58,9	75,9	75,7	75,8	76,1
Mínimo	71,2	70,5	75,3	57,1	73,8	74,3	73,7	71,7
Máximo	73,4	73,1	77,5	60,3	79,1	77,6	79,0	79,0
DP	0,468	0,759	0,573	0,971	1,565	0,765	1,201	2,010
Variância	0,219	0,576	0,329	0,943	2,450	0,585	1,443	4,039
CV	0,65	1,05	0,75	1,65	2,06	1,01	1,58	2,64
Amplitude	2,208	2,626	2,173	3,229	5,342	3,298	5,260	7,289
Simetria	-1,17	-0,65	0,91	-0,34	0,85	0,59	0,92	-0,45
Curtose	2,28	-0,52	0,46	-1,04	-0,66	0,35	1,38	-0,36

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 87 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (IEC, em kJ/kg de ar seco), na 4ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Manhã					
Fator	2	43,45	21,73	8,11	0,001
Erro	69	184,83	2,68		
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Tarde					
Fator	2	32,42	16,21	9,12	0,000
Erro	69	122,59	1,78		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	245,13	81,71	30,62	0,000
Erro	92	245,50	2,67		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	147,23	49,08	16,33	0,000
Erro	92	276,52	3,01		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	214,74	71,58	55,36	0,000
Erro	92	118,96	1,29		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	270,13	90,04	42,33	0,000
Erro	92	195,68	2,13		
IECautomatizado Q2, IECtradicional e IECPSEC – Manhã					
Fator	2	4157,62	2078,81	607,89	0,000
Erro	69	235,96	3,42		
IECautomatizado Q2, IECtradicional e IECPSEC – Manhã					
Fator	2	4692,49	2346,25	1890,99	0,000
Erro	69	85,61	1,24		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 88 – Teste t das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto, na 4ª semana. no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
Temperatura do ar (°C)						
1º quadrante	29,6	30,3	0,097	30,8	30,6	0,353
3º quadrante	31,0	30,3	0,107	31,8	31,5	0,120
Umidade relativa do ar (%)						
1º quadrante	60	58	0,203	60	60	0,817
3º quadrante	59	61	0,078	59	61	0,153
Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco)						
1º quadrante	68,9	70,0	0,016	72,6	72,1	0,011
3º quadrante	72,3	72,0	0,521	75,7	75,8	0,677

APÊNDICE F – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 5ª SEMANA

Tabela 89 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 5ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	30,5	30,7	33,0	30,8	30,8	32,8
Mínimo	28,5	28,5	30,4	29,0	28,9	28,5
Máximo	31,9	31,9	34,9	32,2	32,1	35,4
DP	1,029	1,076	1,492	0,984	0,938	2,041
Variância	1,059	1,157	2,227	0,968	0,880	4,165
CV	3,37	3,51	4,51	3,19	3,05	6,21
Amplitude	3,373	3,482	4,545	3,182	3,127	6,854
Simetria	-0,28	-0,58	-0,51	-0,11	-0,55	-0,62
Curtose	-1,06	-0,89	-1,19	-1,10	-0,82	-0,61

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 90 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,1	30,1	30,8	29,5	31,3	30,6	30,6	33,0
Mínimo	28,2	27,8	29,0	27,2	29,4	28,4	28,2	30,4
Máximo	31,5	31,4	32,2	31,6	32,4	32,2	32,2	34,9
DP	1,004	1,091	1,016	1,349	0,925	1,085	1,218	1,492
Variância	1,007	1,190	1,033	1,819	0,856	1,176	1,484	2,227
CV	3,33	3,62	3,29	4,57	2,96	3,54	3,98	4,51
Amplitude	3,305	3,543	3,160	4,400	3,010	3,798	3,992	4,545
Simetria	-0,42	-0,67	-0,20	-0,22	-0,47	-0,25	-0,58	-0,51
Curtose	-1,05	-0,83	-1,23	-1,03	-0,95	-0,82	-0,89	-1,19

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 91 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,2	30,0	31,0	30,1	31,3	31,2	30,9	32,8
Mínimo	28,4	28,2	29,1	28,0	29,5	29,7	29,1	28,5
Máximo	31,7	31,4	32,6	31,6	32,7	32,5	32,2	35,4
DP	1,034	0,958	1,019	1,003	0,979	0,904	0,885	2,041
Variância	1,069	0,917	1,039	1,007	0,958	0,817	0,783	4,165
CV	3,42	3,19	3,29	3,34	3,12	2,90	2,86	6,21
Amplitude	3,316	3,194	3,464	3,600	3,112	2,796	3,076	6,854
Simetria	-0,16	-0,53	-0,11	-0,45	-0,55	-0,04	-0,58	-0,62
Curtose	-1,09	-0,88	-0,91	-0,87	-0,84	-1,28	-0,66	-0,61

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 92 – Análise de variância da temperatura do ar (T, em °C), na 5ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Manhã					
Fator	2	97,20	48,60	32,81	0,000
Erro	69	102,20	1,48		
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Tarde					
Fator	2	66,80	33,40	16,66	0,000
Erro	69	138,31	2,00		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	121,44	40,48	29,74	0,000
Erro	92	125,22	1,36		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	119,33	39,78	27,63	0,000
Erro	92	132,43	1,44		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	86,91	28,97	16,34	0,000
Erro	92	163,09	1,77		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	96,60	32,20	18,88	0,000
Erro	92	156,94	1,71		
Tautomatizado Q2, Ttradicional e TPSEC – Manhã					
Fator	2	40,72	20,36	16,47	0,000
Erro	69	85,28	1,24		
Tautomatizado Q2, Ttradicional e TPSEC – Tarde					
Fator	2	20,27	10,14	10,12	0,000
Erro	69	69,09	1,00		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 93 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 5ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	59	60	51	63	64	57
Mínimo	56	56	47	55	57	46
Máximo	67	68	59	71	73	73
DP	3,026	3,234	3,514	4,769	4,667	7,71
Variância	9,159	10,459	12,350	22,746	21,784	59,40
CV	5,15	5,42	6,94	7,60	7,34	13,58
Amplitude	10,750	11,389	11,588	15,996	15,972	26,26
Simetria	1,52	1,35	1,19	0,17	0,42	0,50
Curtose	1,42	0,88	0,31	-0,97	-0,85	-0,70

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 94 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	59	60	59	40	59	58	61	51
Mínimo	56	56	57	37	56	55	57	47
Máximo	67	68	66	50	66	67	70	59
DP	3,180	3,248	2,686	3,827	2,938	3,217	3,569	3,514
Variância	10,116	10,551	7,217	14,649	8,632	10,707	12,735	12,350
CV	5,37	5,45	4,55	9,47	5,00	5,65	5,87	6,94
Amplitude	11,494	11,308	9,237	13,400	10,034	12,039	12,825	11,588
Simetria	1,38	1,30	1,55	1,69	1,28	1,55	1,38	1,19
Curtose	1,11	0,71	1,34	1,94	0,79	1,74	0,97	0,31

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 95 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	64	64	63	39	62	61	64	57
Mínimo	56	57	56	36	56	55	58	46
Máximo	73	73	72	45	72	69	74	73
DP	4,851	4,836	4,870	2,248	4,550	4,611	4,643	7,71
Variância	23,532	23,384	23,717	5,053	20,701	21,258	21,558	59,40
CV	7,63	7,56	7,68	5,76	7,29	7,53	7,20	13,58
Amplitude	16,375	16,438	16,792	8,800	15,227	14,908	16,252	26,26
Simetria	0,17	0,32	0,20	1,09	0,52	0,13	0,40	0,50
Curtose	-0,95	-0,92	-0,88	0,81	-0,78	-1,07	-0,79	-0,70

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 96 – Análise de variância da umidade relativa do ar (UR, em %), na 5ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URautomatizado, URtradicional e URExterno – Manhã					
Fator	2	1189,6	594,8	55,82	0,000
Erro	69	735,3	10,7		
URautomatizado, URtradicional e URExterno – Tarde					
Fator	2	672,5	336,2	9,71	0,000
Erro	69	2390,4	34,6		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URExterno – Manhã					
Fator	2	1211,4	403,8	39,99	0,000
Erro	92	928,9	10,1		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Manhã					
Fator	3	1524,4	508,1	45,92	0,000
Erro	92	1018,1	11,1		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URExterno – Tarde					
Fator	3	734,9	245,0	7,66	0,000
Erro	92	2941,9	32,0		

URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Tarde					
Fator	3	908,3	302,8	9,68	0,000
Erro	92	2876,0	31,3		
URautomatizado Q2, URtradicional e URPSEC – Manhã					
Fator	2	5475,9	2737,9	269,33	0,000
Erro	69	701,4	10,2		
URautomatizado Q2, URtradicional e URPSEC – Tarde					
Fator	2	9136,4	4568,2	277,03	0,000
Erro	69	1137,8	16,5		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 97 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 5ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	71,0	72,1	73,4	74,7	75,2	77,1
Mínimo	68,6	69,9	69,9	74,1	74,5	73,0
Máximo	68,6	75,0	78,0	75,2	75,8	78,6
DP	1,967	1,871	2,721	0,280	0,361	1,527
Variância	3,868	3,501	7,403	0,0783	0,130	2,332
CV	2,77	2,59	3,71	0,37	0,48	1,98
Amplitude	5,845	5,052	8,099	1,125	1,248	5,570
Simetria	0,59	0,34	0,30	0,09	-0,19	-1,42
Curtose	-1,30	-1,62	-1,55	-0,16	-0,95	1,11

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 98 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	70,1	70,2	72,3	55,7	73,5	70,8	72,7	73,4
Mínimo	67,9	67,8	69,4	52,8	71,5	68,1	70,1	69,9
Máximo	73,1	72,9	75,8	59,1	76,2	74,8	76,2	78,0
DP	1,763	1,861	2,146	1,791	1,568	2,092	2,246	2,721
Variância	3,108	3,465	4,604	3,207	2,460	4,375	5,046	7,403
CV	2,52	2,65	2,97	3,21	2,13	2,95	3,09	3,71
Amplitude	5,136	5,097	6,387	6,279	4,697	6,676	6,036	8,099
Simetria	0,58	0,22	0,48	0,32	0,38	0,56	0,33	0,30
Curtose	-1,34	-1,66	-1,43	-0,83	-1,49	-1,08	-1,60	-1,55

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 99 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	73,2	72,9	75,9	56,3	76,3	74,9	76,4	77,1
Mínimo	72,2	72,0	75,1	54,0	75,3	74,4	75,4	73,0
Máximo	74,0	73,5	76,9	59,2	76,9	75,6	77,3	78,6
DP	0,462	0,458	0,417	1,360	0,487	0,310	0,453	1,527
Variância	0,214	0,210	0,174	1,849	0,237	0,0962	0,205	2,332
CV	0,63	0,63	0,55	2,41	0,64	0,41	0,59	1,98
Amplitude	1,749	1,472	1,770	5,214	1,683	1,149	1,859	5,570
Simetria	-0,46	-0,45	0,88	0,14	-0,62	0,53	-0,42	-1,42
Curtose	-0,52	-1,20	0,97	-0,43	-0,43	-0,66	-0,19	1,11

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 100 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (IEC, em kJ/kg de ar seco), na 5ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Manhã					
Fator	2	66,73	33,37	6,78	0,002
Erro	69	339,76	4,92		
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Tarde					
Fator	2	79,698	39,849	47,06	0,000
Erro	69	58,426	0,847		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	162,56	54,19	11,12	0,000
Erro	92	448,28	4,87		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	173,63	57,88	12,60	0,000
Erro	92	422,60	4,59		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	196,606	65,535	93,10	0,000
Erro	92	64,764	0,704		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	260,727	86,909	116,49	0,000
Erro	92	68,640	0,746		
IECautomatizado Q2, IECtradicional e IECPSEC – Manhã					
Fator	2	4732,21	2366,11	691,09	0,000
Erro	69	236,24	3,42		
IECautomatizado Q2, IECtradicional e IECPSEC – Manhã					
Fator	2	6232,871	3116,436	4136,36	0,000
Erro	69	51,986	0,753		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 101 – Teste t das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto, na 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
Temperatura do ar (°C)						
1º quadrante	30,1	30,1	0,933	30,2	30,1	0,581
3º quadrante	30,7	30,7	0,999	31,2	31,0	0,356
Umidade relativa do ar (%)						
1º quadrante	59	60	0,726	64	64	0,812
3º quadrante	58	61	0,006	61	65	0,017
Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco)						
1º quadrante	70,1	70,2	0,807	73,2	72,9	0,018
3º quadrante	70,8	72,8	0,003	74,9	76,4	0,000

APÊNDICE G – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA, UMIDADE RELATIVA DO AR E ÍNDICE ENTALPIA DE CONFORTO NA 6ª SEMANA

Tabela 102 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	30,6	30,2	34,6	30,5	29,4	33,7
Mínimo	28,2	28,1	30,6	29,2	28,0	29,0
Máximo	32,0	31,5	37,4	31,6	30,7	36,4
DP	1,304	1,040	2,103	0,826	0,877	2,274
Variância	1,700	1,081	4,424	0,682	0,770	5,171
CV	4,26	3,44	6,07	2,71	2,99	6,75
Amplitude	3,843	3,401	6,792	2,374	2,679	7,372
Simetria	-0,51	-0,57	0,21	-0,27	0,21	-0,75
Curtose	-1,23	-0,86	-1,32	-1,55	-1,32	-0,70

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 103 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,5	30,0	30,7	29,9	30,1	30,7	30,4	34,6
Mínimo	27,9	27,7	28,4	26,6	28,4	28,3	28,2	30,6
Máximo	32,0	31,3	32,2	32,2	31,6	32,3	31,7	37,4
DP	1,354	1,137	1,304	1,604	0,947	1,265	1,083	2,103
Variância	1,832	3,583	1,699	2,572	0,897	1,601	1,172	4,424
CV	4,44	3,78	4,24	5,36	3,15	4,13	3,56	6,07
Amplitude	4,038	3,583	3,822	5,600	3,243	3,959	3,518	6,792
Simetria	-0,53	-0,69	-0,59	-0,50	-0,13	-0,39	-0,64	0,21
Curtose	-1,14	-0,77	-1,10	-0,89	-0,95	-1,36	-0,87	-1,32

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 104 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C), na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	30,1	29,4	30,5	30,2	28,5	30,8	30,0	33,7
Mínimo	28,6	28,2	29,2	28,2	27,1	29,6	28,7	29,0
Máximo	31,4	30,6	31,7	31,4	30,5	31,7	31,4	36,4
DP	0,937	0,791	0,853	0,909	1,054	0,504	0,815	2,274
Variância	0,878	0,626	0,727	0,825	1,111	2,181	0,665	5,171
CV	3,11	2,69	2,80	3,00	3,69	2,30	2,72	6,75
Amplitude	2,816	2,352	2,494	3,150	3,397	2,181	2,718	7,372
Simetria	-0,31	0,07	-0,17	-0,60	0,32	-0,39	0,23	-0,75
Curtose	-1,44	-1,39	-1,54	-0,73	-1,24	-1,34	-1,11	-0,70

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 105 – Análise de variância da temperatura do ar (T, em °C), na 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Manhã					
Fator	2	290,86	145,43	60,55	0,000
Erro	69	165,71	2,40		
Tautomatizado, Ttradicional e Texterno – Tarde					
Fator	2	244,90	122,45	55,47	0,000
Erro	69	152,32	2,21		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	293,38	97,79	40,93	0,000
Erro	92	219,80	2,39		
Ttrad. Q1, Ttrad. Q2, Ttrad. Q3 e Texterno – Manhã					
Fator	3	361,11	120,37	61,84	0,000
Erro	92	179,06	1,95		
Tauto. Q1, Tauto. Q2, Tauto. Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	192,64	64,21	35,29	0,000
Erro	92	167,41	1,82		
Ttradicional Q1, Ttradicional Q2, Ttradicional Q3 e Texterno – Tarde					
Fator	3	367,97	122,66	64,79	0,000
Erro	92	174,17	1,89		
Tautomatizado Q2, Ttradicional e TPSEC – Manhã					
Fator	2	8,92	4,46	2,59	0,082
Erro	69	118,87	1,72		
Tautomatizado Q2, Ttradicional e TPSEC – Tarde					
Fator	2	53,789	26,894	30,30	0,000
Erro	69	61,252	0,888		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 106 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	57	59	44	60	65	50
Mínimo	51	53	37	55	59	42
Máximo	67	68	56	67	73	67
DP	4,92	4,235	5,70	3,714	4,246	7,72
Variância	24,26	17,934	32,53	13,796	18,029	59,54
CV	8,71	7,21	12,93	6,18	6,55	15,33
Amplitude	15,29	15,164	18,46	11,998	14,257	25,51
Simetria	0,75	0,76	0,74	0,56	0,24	0,94
Curtose	-0,83	-0,39	-0,73	-1,00	-1,10	-0,25

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 107 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	56	58	57	36	59	56	59	44
Mínimo	51	52	52	33	52	49	54	37
Máximo	66	68	66	44	68	68	68	56
DP	4,91	4,577	4,405	3,178	4,141	5,58	4,160	5,70
Variância	24,07	20,952	19,403	10,101	17,149	31,13	17,310	32,53
CV	8,70	7,93	7,70	8,80	7,00	9,98	7,03	12,93
Amplitude	15,01	15,819	14,182	11,400	15,720	18,90	14,409	18,46
Simetria	0,74	0,84	0,81	1,26	0,41	0,58	0,83	0,74
Curtose	-0,86	-0,43	-0,72	0,79	-0,51	-0,85	-0,39	-0,73

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 108 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%), na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	60	62	62	35	68	58	65	50
Mínimo	55	57	57	33	60	54	59	42
Máximo	69	70	69	39	76	64	73	67
DP	4,320	3,892	3,910	1,288	4,788	3,011	4,172	7,72
Variância	18,662	15,150	15,290	1,660	22,928	9,064	17,407	59,54
CV	7,15	6,28	6,32	3,71	7,09	5,18	6,43	15,33
Amplitude	13,864	12,994	12,592	5,600	15,434	10,327	14,641	25,51
Simetria	0,62	0,43	0,46	2,01	0,06	0,55	0,27	0,94
Curtose	-0,86	-0,90	-1,09	2,64	-1,39	-0,94	-0,77	-0,25

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 109 – Análise de variância da umidade relativa do ar (UR, em %), na 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URautomatizado, URtradicional e URExterno – Manhã					
Fator	2	2982,5	1491,2	59,88	0,000
Erro	69	1718,5	24,9		
URautomatizado, URtradicional e URExterno – Tarde					
Fator	2	2618,5	1309,2	42,99	0,000
Erro	69	2101,3	30,5		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URExterno – Manhã					
Fator	3	2800,7	933,6	34,86	0,000
Erro	92	2464,0	26,8		
URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Manhã					
Fator	3	3878,8	1292,9	58,81	0,000
Erro	92	2022,5	22,0		
URauto. Q1, URauto. Q2, URauto. Q3 e URExterno – Tarde					
Fator	3	1894,4	631,5	24,63	0,000
Erro	92	2358,7	25,6		

		URtrad. Q1, URtrad. Q2, URtrad. Q3 e URExterno – Tarde			
Fator	3	4138,5	1379,5	47,97	0,000
Erro	92	2645,5	28,8		
		URautomatizado Q2, URtradicional e URPSEC – Manhã			
Fator	2	7854,3	3927,2	253,53	0,000
Erro	69	1073,0	15,6		
		URautomatizado Q2, URtradicional e URPSEC – Tarde			
Fator	2	14780,8	7390,4	555,97	0,000
Erro	69	917,2	13,3		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 110 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e na parte externa, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	Externo	Auto.	Trad.	Externo
Média	69,7	69,8	72,8	71,7	70,9	74,8
Mínimo	68,4	68,7	69,4	70,5	69,8	71,5
Máximo	71,5	71,9	76,1	72,5	72,4	76,8
DP	1,059	0,869	1,981	0,534	0,690	1,631
Variância	1,122	0,756	3,925	0,286	0,477	2,659
CV	1,52	1,25	2,72	0,75	0,97	2,18
Amplitude	3,107	3,252	6,677	2,002	2,589	5,286
Simetria	0,37	1,05	0,17	-0,79	0,30	-0,71
Curtose	-1,23	0,79	-0,91	-0,21	-0,92	-0,96

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 111 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	69,1	68,6	70,6	54,0	69,8	69,4	71,0	72,8
Mínimo	67,2	67,3	68,3	51,0	68,8	68,4	69,5	69,4
Máximo	71,1	70,7	73,3	57,5	72,7	70,8	74,0	76,1
DP	1,216	0,885	1,576	1,966	0,805	0,556	1,210	1,981
Variância	1,478	0,783	2,484	3,866	0,648	0,309	1,463	3,925
CV	1,76	1,29	2,23	3,64	1,15	0,80	1,70	2,72
Amplitude	3,859	3,396	4,966	6,520	3,967	2,439	4,596	6,677
Simetria	0,19	0,73	0,41	0,06	2,34	0,26	0,84	0,17
Curtose	-1,16	0,53	-1,05	-1,31	7,54	0,85	0,04	-0,91

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 112 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco), na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2			Quadrante 3		Externo
	Auto.	Trad.	Auto.	PSEC	Trad.	Auto.	Trad.	
Média	70,7	69,5	72,9	53,9	69,9	71,6	73,3	74,8
Mínimo	69,7	70,7	71,8	51,3	68,4	69,8	72,4	71,5
Máximo	71,4	68,6	73,8	56,1	72,7	72,5	74,7	76,8
DP	0,515	0,617	0,274	1,428	1,041	0,686	0,624	1,631
Variância	0,266	0,381	0,274	2,040	1,083	0,470	0,389	2,659
CV	0,73	0,89	0,72	2,65	1,49	0,96	0,85	2,18
Amplitude	1,716	2,123	1,922	4,811	4,276	2,638	2,262	5,286
Simetria	-0,55	0,24	-0,47	-0,22	0,89	-0,83	0,53	-0,71
Curtose	-0,80	-1,23	-0,32	-1,22	0,76	0,28	-0,49	-0,96

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 113 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (IEC, em kJ/kg de ar seco), na 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Manhã					
Fator	2	153,69	76,84	39,72	0,000
Erro	69	133,48	1,93		
IECautomatizado, IECtradicional e IECexterno – Tarde					
Fator	2	202,67	101,33	88,85	0,000
Erro	69	78,69	1,14		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Manhã					
Fator	3	211,24	70,41	34,36	0,000
Erro	92	188,53	2,05		
IECauto. Q1, IECauto. Q2, IECauto. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	231,351	77,117	84,07	0,000
Erro	92	84,388	0,917		
IECtrad. Q1, IECtrad. Q2, IECtrad. Q3 e IECexterno – Tarde					
Fator	3	483,44	161,15	142,86	0,000
Erro	92	103,77	1,13		
IECautomatizado Q2, IECtradicional e IECPSEC – Tarde					
Fator	2	5021,05	2510,53	2217,17	0,000
Erro	69	78,13	1,13		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 114 – Teste t das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de Conforto, na 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
Temperatura do ar (°C)						
1º quadrante	30,5	30,0	0,257	30,1	29,5	0,011
3º quadrante	30,7	30,4	0,509	30,8	30,0	0,001
Umidade relativa do ar (%)						
1º quadrante	56	58	0,337	60	62	0,191
3º quadrante	56	59	0,024	58	65	0,000
Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg de ar seco)						
1º quadrante	69,1	68,7	0,184	70,7	69,6	0,000
3º quadrante	69,4	71,0	0,000	71,6	73,3	0,000

APÊNDICE H – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA VELOCIDADE DO VENTO NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA

Tabela 115 – Estatística descritiva básica da velocidade do vento ($m.s^{-1}$), na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, no turno da manhã

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
Média	1,35	1,50	2,04	2,89	2,59	2,34
Mínimo	0,29	0,69	0,85	1,59	0,65	0,91
Máximo	2,62	2,49	3,77	5,41	5,12	4,47
DP	0,4658	0,4242	0,5709	0,7263	0,9147	0,6500
Variância	0,2170	0,1800	0,3259	0,5275	0,8367	0,4225
CV	34,61	28,29	27,98	25,11	35,34	27,84
Amplitude	2,3340	1,7980	2,9180	3,8220	4,4720	3,5550
Simetria	0,22	0,26	0,87	0,78	0,64	0,84
Curtose	-0,28	-0,65	0,97	0,48	0,35	0,80

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 116 – Estatística descritiva básica da velocidade do vento ($m.s^{-1}$), na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, no turno da tarde

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.	Auto.	Trad.
Média	0,39	0,41	1,82	2,85	2,37	2,80
Mínimo	0,00	0,00	0,32	1,62	0,74	1,37
Máximo	2,26	2,41	3,16	4,24	4,10	4,73
DP	0,4752	0,5082	0,5364	0,6198	0,6852	0,7007
Variância	0,2259	0,2583	0,2877	0,3841	0,4695	0,4910
CV	120,95	125,36	29,47	21,78	28,97	25,07
Amplitude	2,3720	2,4060	2,8400	2,6160	3,3620	3,3550
Simetria	1,87	1,71	0,42	0,39	0,26	0,41
Curtose	2,41	2,18	0,18	-0,62	-0,49	-0,61

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 117 – Análise de variância da velocidade do vento (VV, em $m.s^{-1}$), na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, tradicional e parte externa, nos turnos da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
VVautomatizado na 4ª, 5ª e 6ª semana - Manhã					
Fator	2	76,789	38,394	83,49	0,000
Erro	294	135,196	0,460		
VVtradicional na 4ª, 5ª e 6ª semana - Manhã					
Fator	2	97,336	48,668	129,21	0,000
Erro	294	110,737	0,377		
VVautomatizado na 4ª, 5ª e 6ª semana - Tarde					
Fator	2	205,441	102,721	313,48	0,000
Erro	294	96,337	0,328		
VVtradicional na 4ª, 5ª e 6ª semana - Tarde					
Fator	2	385,054	192,527	509,59	0,000

Erro 294 111,074 0,378

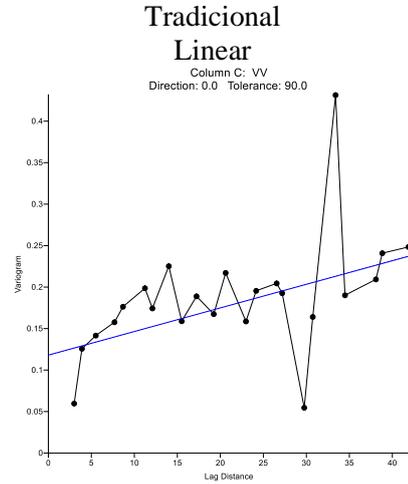
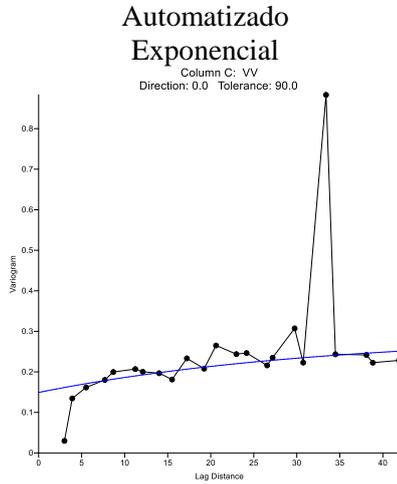
GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 118 – Teste t da velocidade do vento ($m.s^{-1}$), na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão automatizado e tradicional, no turno da manhã e da tarde

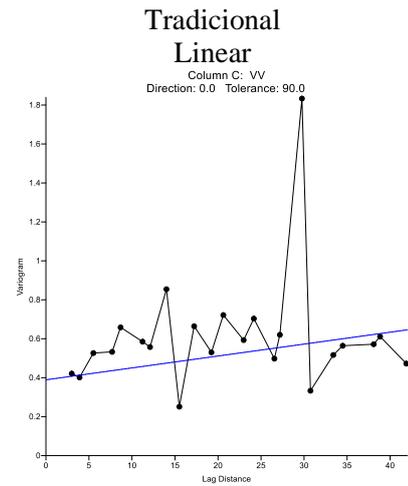
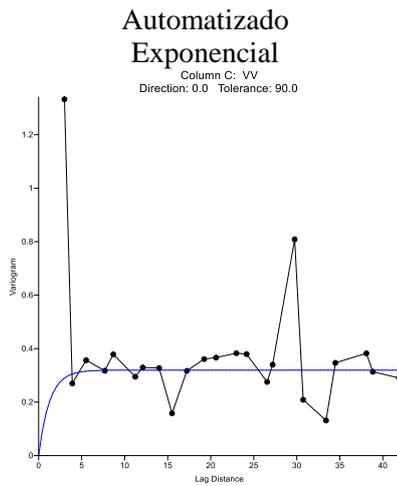
Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
4 ^a semana	1,35	1,50	0,016	0,39	0,41	0,858
5 ^a semana	2,04	2,89	0,000	1,82	2,85	0,000
6 ^a semana	2,59	2,34	0,026	2,37	2,80	0,000

APÊNDICE I – VARIOGRAMAS DA VARIÁVEL VELOCIDADE DO VENTO NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA, NO TURNO DA MANHÃ E DA TARDE

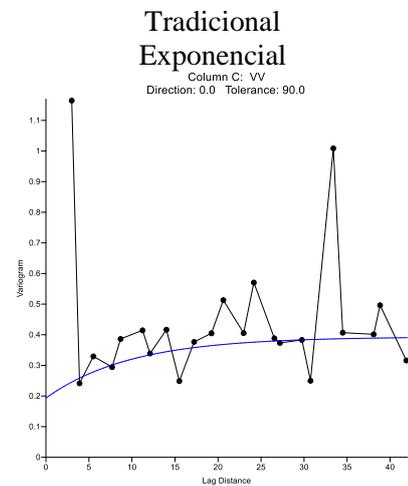
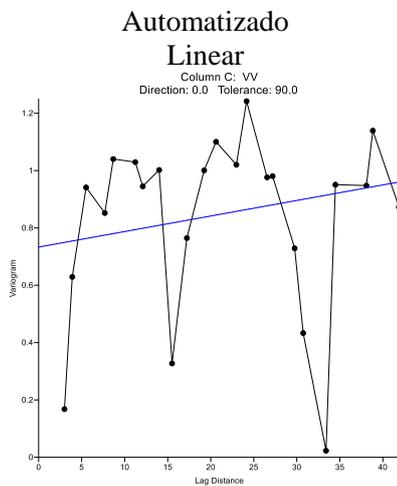
4ª semana – Manhã



5ª semana – Manhã



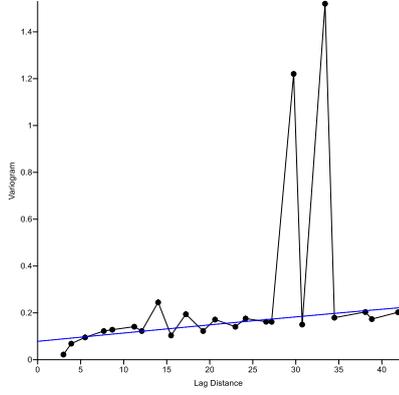
6ª semana – Manhã



4ª semana – Tarde

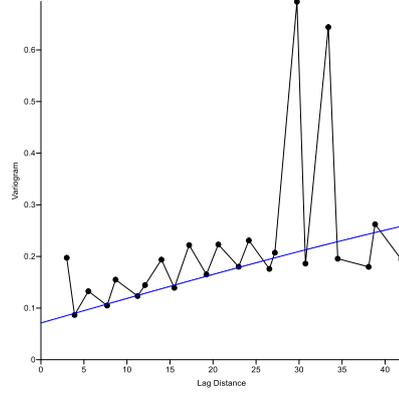
**Automatizado
Esférico**

Column C: VV
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



**Tradicional
Esférico**

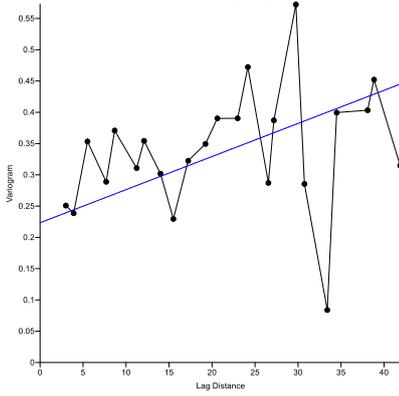
Column C: VV
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



5ª semana – Tarde

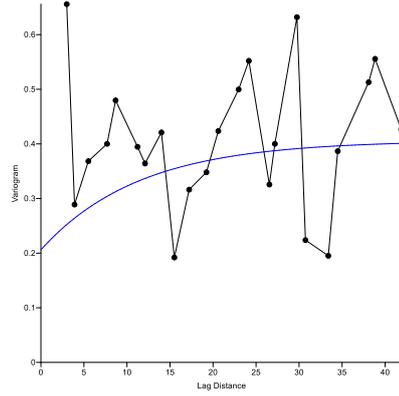
**Automatizado
Linear**

Column C: VV
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



**Tradicional
Exponencial**

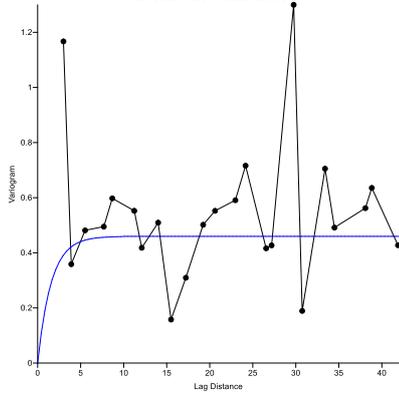
Column C: VV
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



6ª semana – Tarde

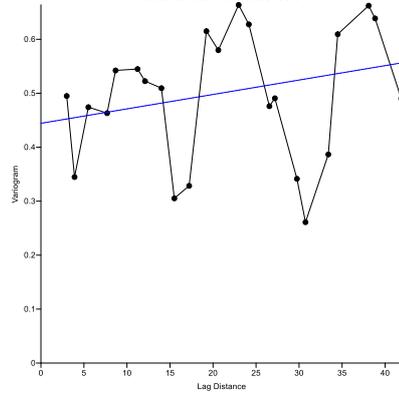
**Automatizado
Exponencial**

Column C: VV
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



**Tradicional
Linear**

Column C: VV
Direction: 0.0 Tolerance: 90.0



APÊNDICE J – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA TEMPERATURA RETAL DE FRANGOS DE CORTE NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA

Tabela 119 – Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, no turno da manhã e da tarde

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Média	41,6	41,6	41,5	41,8	41,6	41,8
Mínimo	41,2	41,2	41,1	41,5	41,2	41,5
Máximo	42,0	42,1	41,7	42,2	42,1	42,2
DP	0,168	0,168	0,135	0,149	0,179	0,167
Variância	0,0282	0,0282	0,0181	0,0223	0,0321	0,0278
CV	0,40	0,40	0,32	0,36	0,43	0,40
Amplitude	0,800	0,800	0,620	0,740	0,840	0,680
Simetria	-0,43	-0,30	-0,12	0,64	0,40	0,26
Curtose	0,20	0,13	0,13	1,07	0,09	-0,79

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 120 – Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão tradicional, no turno da manhã e da tarde

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Média	41,1	41,6	41,6	41,8	41,7	41,9
Mínimo	41,0	41,1	41,2	41,5	41,2	41,5
Máximo	41,4	42,0	42,0	42,1	42,0	42,4
DP	0,188	0,189	0,198	0,159	0,165	0,175
Variância	0,0354	0,0356	0,0393	0,0253	0,0272	0,0307
CV	0,46	0,45	0,48	0,38	0,40	0,42
Amplitude	0,780	0,880	0,780	0,640	0,775	0,975
Simetria	-0,14	-0,27	-0,54	-0,18	-0,36	0,02
Curtose	-0,55	-0,19	-0,41	-0,68	0,24	1,00

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 121 – Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª
Média	41,6	41,5	41,5	41,7	41,5	41,6	41,6	41,5	41,7
Mínimo	41,1	41,3	41,2	41,3	41,2	41,4	41,4	41,1	41,4
Máximo	41,8	41,7	41,7	41,9	41,7	42,0	42,0	41,7	42,1
DP	0,165	0,103	0,136	0,180	0,161	0,157	0,151	0,129	0,180
Variância	0,0273	0,0106	0,0184	0,0322	0,0260	0,0247	0,0227	0,0166	0,0323
CV	0,40	0,25	0,33	0,43	0,39	0,38	0,36	0,31	0,43
Amplitude	0,680	0,440	0,500	0,620	0,580	0,600	0,560	0,600	0,720
Simetria	-1,10	0,59	0,19	-0,78	-0,44	0,41	0,57	-0,82	0,40
Curtose	1,42	0,73	-0,72	-0,21	-0,48	0,19	-0,19	1,99	0,29

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 122 – Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª
Média	41,6	41,8	41,8	41,6	41,7	41,8	41,7	41,8	41,7
Mínimo	41,3	41,5	41,5	41,1	41,5	41,5	41,3	41,6	41,5
Máximo	41,9	42,1	42,1	41,9	42,2	42,1	42,0	42,0	42,0
DP	0,190	0,176	0,141	0,218	0,162	0,183	0,148	0,106	0,171
Variância	0,0362	0,0310	0,0200	0,0477	0,0264	0,0335	0,0219	0,0111	0,0291
CV	0,46	0,42	0,34	0,53	0,39	0,44	0,36	0,25	0,41
Amplitude	0,680	0,660	0,560	0,780	0,740	0,620	0,640	0,460	0,540
Simetria	0,31	0,35	0,17	-0,58	1,15	0,17	0,37	0,46	0,46
Curtose	-0,33	-0,03	-0,29	-0,33	2,86	-0,79	1,15	0,55	-1,11

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 123 – Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª
Média	41,0	41,4	41,6	41,0	41,7	41,7	41,2	41,8	41,8
Mínimo	40,6	41,2	41,2	40,7	41,5	41,5	40,8	41,6	41,5
Máximo	41,4	41,9	41,8	41,2	42,0	41,9	41,4	41,9	42,0
DP	0,209	0,175	0,147	0,134	0,124	0,127	0,157	0,920	0,145
Variância	0,0435	0,0307	0,0215	0,0180	0,0154	0,0160	0,0245	0,0085	0,0209
CV	0,51	0,42	0,35	0,33	0,30	0,30	0,38	0,22	0,35
Amplitude	0,780	0,720	0,550	0,500	0,480	0,400	0,640	0,340	0,475
Simetria	-0,09	0,77	-0,77	-0,28	0,38	-0,45	-1,06	-0,12	0,12
Curtose	-0,26	1,17	0,33	-0,48	-0,13	-1,09	1,98	-0,64	-1,12

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 124 – Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª
Média	41,6	41,8	41,9	41,6	41,8	41,9	41,5	41,8	41,8
Mínimo	41,2	41,5	41,7	41,1	41,5	41,6	41,3	41,5	41,4
Máximo	42,0	42,1	42,1	41,9	42,0	42,4	41,8	42,1	42,1
DP	0,188	0,187	0,127	0,194	0,164	0,191	0,182	0,126	0,195
Variância	0,0353	0,0348	0,0161	0,0377	0,0270	0,0363	0,0332	0,0158	0,0380
CV	0,45	0,45	0,30	0,47	0,39	0,45	0,44	0,30	0,47
Amplitude	0,760	0,620	0,400	0,860	0,580	0,825	0,580	0,480	0,675
Simetria	-0,06	0,02	0,72	-0,94	-0,37	0,70	0,13	0,07	-0,59
Curtose	-0,16	-1,26	-0,65	2,15	-0,46	1,54	-1,39	-0,37	-0,74

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 125 – Análise de variância da temperatura retal (TR, em °C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, nos turnos da manhã e tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
TRautomatizado na 4ª, 5ª e 6ª semana – Manhã					
Fator	2	0,7654	0,3827	14,64	0,000
Erro	177	4,6256	0,0261		
TRtradicional na 4ª, 5ª e 6ª semana – Manhã					
Fator	2	12,2056	6,1028	179,71	0,000
Erro	177	6,0108	0,0340		
TRautomatizado na 4ª, 5ª e 6ª semana – Tarde					
Fator	2	1,1829	0,5915	20,61	0,000
Erro	177	5,0795	0,0287		
TRtradicional na 4ª, 5ª e 6ª semana – Tarde					
Fator	2	2,5289	1,2644	41,43	0,000
Erro	177	5,4016	0,0305		
TRauto. Q1, TRauto. Q2 e TRauto. Q3 na 4ª semana – Manhã					
Fator	2	0,1001	0,0500	1,82	0,171
Erro	57	1,5630	0,0274		
TRtrad. Q1, TRtrad. Q2 e TRtrad. Q3 na 4ª semana – Manhã					
Fator	2	0,5584	0,2792	9,74	0,000
Erro	57	1,6348	0,0287		
TRauto. Q1, TRauto. Q2 e TRauto. Q3 na 5ª semana – Manhã					
Fator	2	0,0557	0,0279	1,57	0,217
Erro	57	1,0128	0,0178		
TRtrad. Q1, TRtrad. Q2 e TRtrad. Q3 na 5ª semana – Manhã					
Fator	2	1,2842	0,6421	35,30	0,000
Erro	57	1,0367	0,0182		
TRauto. Q1, TRauto. Q2 e TRauto. Q3 na 6ª semana – Manhã					
Fator	2	0,4625	0,2313	9,21	0,000
Erro	57	1,4314	0,0251		
TRtrad. Q1, TRtrad. Q2 e TRtrad. Q3 na 6ª semana – Manhã					
Fator	2	0,4933	0,2466	12,66	0,000
Erro	57	1,1101	0,0195		
TRauto. Q1, TRauto. Q2 e TRauto. Q3 na 4ª semana – Tarde					
Fator	2	0,1091	0,0545	1,55	0,222
Erro	57	2,0110	0,0353		
TRtrad. Q1, TRtrad. Q2 e TRtrad. Q3 na 4ª semana – Tarde					
Fator	2	0,0810	0,0405	1,14	0,326
Erro	57	2,0186	0,0354		
TRauto. Q1, TRauto. Q2, TRauto. e Q3 na 5ª semana – Tarde					
Fator	2	0,0150	0,0075	0,33	0,721
Erro	57	1,3024	0,0228		
TRtrad. Q1, TRtrad. Q2, TRtrad. e Q3 na 5ª semana – Tarde					
Fator	2	0,0183	0,0091	0,35	0,704
Erro	57	1,4739	0,0259		
TRauto. Q1, TRauto. Q2 e TRauto. Q3 na 6ª semana – Tarde					
Fator	2	0,0929	0,0464	1,54	0,223
Erro	57	1,7169	0,0301		
TRtrad. Q1, TRtrad. Q2 e TRtrad. Q3 na 6ª semana – Tarde					
Fator	2	0,0732	0,0366	1,33	0,273
Erro	57	1,5688	0,0275		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 126 – Teste t da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
4ª semana	41,6	41,1	0,000	41,6	41,6	0,729
5ª semana	41,5	41,6	0,000	41,8	41,8	0,378
6ª semana	41,6	41,7	0,004	41,8	41,9	0,005

Tabela 127 – Teste t da temperatura retal (°C) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
4ª semana						
1º quadrante	41,6	41,0	0,000	41,6	41,6	0,630
2º quadrante	41,7	41,0	0,000	41,6	41,6	0,381
3º quadrante	41,6	41,2	0,000	41,7	41,5	0,025
5ª semana						
1º quadrante	41,5	41,4	0,711	41,8	41,8	0,948
2º quadrante	41,5	41,7	0,001	41,7	41,8	0,565
3º quadrante	41,5	41,8	0,000	41,8	41,8	0,271
6ª semana						
1º quadrante	41,5	41,6	0,053	41,8	41,9	0,026
2º quadrante	41,6	41,7	0,051	41,8	41,9	0,140
3º quadrante	41,7	41,8	0,067	41,7	41,8	0,166

APÊNDICE K – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DA FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA DE FRANGOS DE CORTE NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA

Tabela 128 – Estatística descritiva básica da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, no turno da manhã e da tarde

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Média	66	82	58	70	51	60
Mínimo	59	69	51	57	43	48
Máximo	81	97	64	90	62	74
DP	4,353	6,952	3,176	6,394	4,169	5,996
Variância	18,948	48,336	10,085	40,881	17,377	35,956
CV	6,60	8,47	5,52	9,14	8,15	10,03
Amplitude	21,600	28,000	12,800	32,800	18,400	26,400
Simetria	0,88	-0,25	0,33	0,49	0,58	0,32
Curtose	1,21	-0,89	-0,68	0,54	0,05	-0,20

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 129 – Estatística descritiva básica da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão tradicional, no turno da manhã e da tarde

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Média	62	72	50	68	51	63
Mínimo	52	61	43	58	46	51
Máximo	72	91	58	84	57	78
DP	4,786	6,900	3,312	6,166	2,901	5,338
Variância	22,905	47,608	10,967	38,017	8,417	28,496
CV	7,75	9,59	6,59	9,02	5,70	8,44
Amplitude	20,000	30,400	15,200	26,400	11,000	27,000
Simetria	0,15	0,48	0,39	0,54	0,15	0,46
Curtose	-0,66	-0,01	-0,16	-0,34	-0,83	0,26

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 130 – Estatística descritiva básica da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª
Média	66	59	51	66	56	53	66	58	50
Mínimo	59	53	45	59	62	46	59	54	43
Máximo	81	64	58	75	51	62	71	63	62
DP	5,57	3,194	3,593	4,160	2,938	4,057	3,188	3,021	4,58
Variância	31,02	10,205	12,908	17,307	8,630	16,456	10,166	9,127	20,97
CV	8,44	5,44	7,11	6,27	5,22	7,70	4,87	5,24	9,11
Amplitude	21,60	11,200	12,800	16,000	11,200	15,200	12,000	9,600	18,400
Simetria	1,06	-0,19	0,45	0,66	0,51	0,28	-0,05	0,80	1,08
Curtose	0,96	-0,54	-0,74	0,56	0,18	-0,34	-0,59	-0,66	1,66

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 131 – Estatística descritiva básica da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão automatizado, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4 ^a	5 ^a	6 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
Média	85	75	63	79	66	61	83	69	56
Mínimo	74	64	54	70	57	50	69	58	48
Máximo	97	90	72	92	74	68	93	78	68
DP	5,43	5,82	5,10	7,54	4,181	5,93	6,55	5,16	5,06
Variância	29,50	33,90	25,97	56,89	17,482	32,21	42,89	27	25,63
CV	6,39	7,73	8,12	9,58	6,34	9,78	7,93	7,53	9,03
Amplitude	23,20	25,60	17,60	22,40	17,600	24,80	24,00	19,20	20,00
Simetria	-0,20	0,56	0,03	0,37	-0,06	0,68	-0,36	-0,23	0,65
Curtose	0,44	0,94	-0,78	-1,33	0,13	1,14	-0,58	-0,71	0,34

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 132 - Estatística descritiva básica da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4 ^a	5 ^a	6 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
Média	63	49	50	59	50	51	63	52	52
Mínimo	52	43	46	54	46	46	54	47	47
Máximo	72	54	56	63	58	56	70	58	57
DP	5,74	2,858	2,693	2,965	3,438	3,063	4,393	3,030	2,858
Variância	32,97	8,170	7,250	8,790	11,821	9,379	19,299	9,181	8,168
CV	9,13	5,87	5,36	5,00	6,83	6,04	6,96	5,86	5,52
Amplitude	20,00	11,200	10,000	8,800	12,800	10,000	16,000	11,200	10,000
Simetria	-0,20	0,31	0,28	-0,02	0,53	0,01	-0,38	0,47	0,19
Curtose	-0,78	-0,26	-0,64	-1,48	-0,06	-1,27	-0,50	-0,14	-0,59

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 133 – Estatística descritiva básica da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão tradicional, em cada quadrante, no turno da tarde

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4 ^a	5 ^a	6 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a
Média	68	66	61	76	68	63	72	71	65
Mínimo	61	58	51	62	60	59	62	62	57
Máximo	78	75	74	91	77	72	83	84	78
DP	4,88	4,64	5,27	7,01	5,56	3,747	6,16	7,03	5,93
Variância	23,81	21,55	27,82	49,14	30,93	14,042	37,89	49,45	35,21
CV	7,22	7,07	8,67	9,23	8,15	5,91	8,51	9,88	9,06
Amplitude	16,80	17,40	23,00	29,60	16,80	13,000	21,60	22,40	21,00
Simetria	0,54	0,46	0,50	0,41	0,09	1,17	-0,07	0,29	0,26
Curtose	-0,64	0,05	0,96	0,38	-1,46	0,46	-0,90	-0,87	-0,50

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 134 – Análise de variância da frequência respiratória (FR, em mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão automatizado e tradicional, nos turnos da manhã e tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
FRautomatizado na 4^a, 5^a e 6^a semana – Manhã					
Fator	2	6588,6	3294,3	212,95	0,000
Erro	177	2738,2	15,5		
FRtradicional na 4^a, 5^a e 6^a semana – Manhã					
Fator	2	5008,4	2504,2	177,65	0,000
Erro	177	2495,0	14,1		
FRautomatizado na 4^a, 5^a e 6^a semana – Tarde					
Fator	2	14950,9	7475,4	179,16	0,000
Erro	177	7385,2	41,7		
FRtradicional na 4^a, 5^a e 6^a semana – Tarde					
Fator	2	2299,3	1149,7	30,22	0,000
Erro	177	6733,1	38,0		
FRauto. Q1, FRauto. Q2 e FRauto. Q3 na 4^a semana – Manhã					
Fator	2	6,5	3,2	0,17	0,847
Erro	57	1111,4	19,5		
FRtrad. Q1, FRtrad. Q2 e FRtrad. Q3 na 4^a semana – Manhã					
Fator	2	191,3	95,6	4,70	0,013
Erro	57	1160,1	20,4		
FRauto. Q1, FRauto. Q2 e FRauto. Q3 na 5^a semana – Manhã					
Fator	2	63,77	31,88	3,42	0,040
Erro	57	531,26	9,32		
FRtrad. Q1, FRtrad. Q2 e FRtrad. Q3 na 5^a semana – Manhã					
Fator	2	92,76	46,38	4,77	0,012
Erro	57	554,27	9,72		
FRauto. Q1, FRauto. Q2 e FRauto. Q3 na 6^a semana – Manhã					
Fator	2	68,9	34,4	2,05	0,138
Erro	57	956,4	16,8		
FRtrad. Q1, FRtrad. Q2 e FRtrad. Q3 na 6^a semana – Manhã					
Fator	2	25,43	12,72	1,54	0,223
Erro	57	471,15	8,27		
FRauto. Q1, FRauto. Q2 e FRauto. Q3 na 4^a semana – Tarde					
Fator	2	395,5	197,8	4,59	0,014
Erro	57	2456,3	43,1		
FRtrad. Q1, FRtrad. Q2 e FRtrad. Q3 na 4^a semana – Tarde					
Fator	2	702,8	351,4	9,51	0,000
Erro	57	2106,1	36,9		
FRauto. Q1, FRauto. Q2 e FRauto. Q3 na 5^a semana – Tarde					
Fator	2	929,7	464,8	17,87	0,000
Erro	57	1482,3	26,0		
FRtrad. Q1, FRtrad. Q2 e FRtrad. Q3 na 5^a semana – Tarde					
Fator	2	306,3	153,2	4,51	0,015
Erro	57	1936,7	34,0		
FRauto. Q1, FRauto. Q2 e FRauto. Q3 na 6^a semana – Tarde					
Fator	2	472,1	236,0	8,16	0,001
Erro	57	1649,3	28,9		
FRtrad. Q1, FRtrad. Q2 e FRtrad. Q3 na 6^a semana – Tarde					
Fator	2	216,9	108,4	4,22	0,020
Erro	57	1464,3	25,7		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 135 – Teste t da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão automatizado e tradicional, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
4 ^a semana	66	62	0,000	82	72	0,000
5 ^a semana	58	50	0,000	70	68	0,172
6 ^a semana	51	51	0,696	60	63	0,001

Tabela 136 – Teste t da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante, no turno da manhã e da tarde

Observações	Manhã			Tarde		
	Auto.	Trad.	P-value	Auto.	Trad.	P-value
4^a semana						
1 ^o quadrante	66	63	0,089	85	68	0,000
2 ^o quadrante	66	59	0,000	79	76	0,232
3 ^o quadrante	66	63	0,060	83	72	0,000
5^a semana						
1 ^o quadrante	59	49	0,000	75	66	0,000
2 ^o quadrante	56	50	0,000	66	68	0,159
3 ^o quadrante	58	52	0,000	69	71	0,178
6^a semana						
1 ^o quadrante	51	50	0,759	63	61	0,252
2 ^o quadrante	53	51	0,090	61	63	0,088
3 ^o quadrante	50	52	0,217	56	66	0,000

APÊNDICE L – ESTATÍSTICA DESCRITIVA BÁSICA, ANÁLISE DE VARIÂNCIA E TESTE T DO PESO CORPORAL DE FRANGOS DE CORTE NA 4ª, 5ª E 6ª SEMANA

Tabela 137 – Estatística descritiva básica do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado

Observações	4ª semana	5ª semana	6ª semana
Média	1,392	2,282	2,878
Mínimo	1,050	1,670	2,070
Máximo	1,645	2,755	3,690
DP	0,1357	0,2445	0,3643
Variância	0,0184	0,0598	0,1327
CV	9,75	10,71	12,66
Amplitude	0,5950	1,0850	1,620
Simetria	-0,40	-0,55	-0,15
Curtose	-0,31	-0,25	-0,66

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 138 – Estatística descritiva básica do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4ª e 5ª semana, no galpão tradicional

Observações	4ª semana	5ª semana
Média	1,431	2,280
Mínimo	1,170	1,765
Máximo	1,745	2,705
DP	0,1259	0,1836
Variância	0,0159	0,0337
CV	8,80	8,06
Amplitude	0,5750	0,9400
Simetria	0,26	-0,48
Curtose	-0,26	0,25

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 139 – Estatística descritiva básica do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado, em cada quadrante

Observações	Quadrante 1			Quadrante 2			Quadrante 3		
	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª	4ª	5ª	6ª
Média	1,401	2,248	2,839	1,297	2,201	2,930	1,479	2,395	2,867
Mínimo	1,165	1,830	2,320	1,050	1,670	2,225	1,305	2,050	2,070
Máximo	1,630	2,695	3,690	1,620	2,660	3,610	1,645	2,755	3,370
DP	0,109	0,233	0,362	0,135	0,282	0,373	0,095	0,167	0,363
	1	4	3	3	6	1	7	2	9
Variância	0,011	0,054	0,131	0,018	0,079	0,139	0,095	0,028	0,132
	9	5	2	3	9	2	7	0	4
CV	7,79	10,38	12,76	10,43	12,84	12,74	6,47	6,98	12,69
Amplitude	0,465	0,865	1,370	0,570	0,990	1,385	0,340	0,705	1,300
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Simetria	-0,27	-0,02	0,67	0,15	-0,44	-0,34	-0,33	-0,09	-0,81
Curtose	-0,23	-1,04	-0,25	-0,14	-0,80	-0,76	-0,76	-0,47	-0,35

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 140 – Estatística descritiva básica do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão tradicional, em cada quadrante

Observações	Quadrante 1		Quadrante 2		Quadrante 3	
	4ª	5ª	4ª	5ª	4ª	5ª
Média	1,363	2,278	1,425	2,224	1,505	2,337
Mínimo	1,170	1,765	1,225	1,785	1,270	2,075
Máximo	1,605	2,705	1,620	2,560	1,745	2,615
DP	0,1078	0,2041	0,0933	0,1942	0,1339	0,1322
Variância	0,0116	0,0417	0,0087	0,0377	0,0179	0,0175
CV	7,91	8,96	6,54	8,73	8,90	5,66
Amplitude	0,4350	0,9400	0,3950	0,7750	0,4750	0,5400
Simetria	-0,06	-0,42	0,10	-0,28	0,00	-0,09
Curtose	-0,52	0,60	-0,48	-0,59	-1,10	-0,40

DP – desvio padrão e CV – coeficiente de variação.

Tabela 141 – Análise de variância do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no galpão automatizado e tradicional

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Peso auto. Q1, Peso auto. Q2 e Peso auto. Q3 na 4ª semana					
Fator	2	0,4982	0,2491	18,98	0,000
Erro	87	1,1419	0,0131		
Peso trad. Q1, Peso trad. Q2 e Peso trad. Q3 na 4ª semana					
Fator	2	0,3021	0,1510	11,84	0,000
Erro	87	1,1095	0,0128		
Peso auto. Q1, Peso auto. Q2 e Peso auto. Q3 na 5ª semana					
Fator	2	0,6126	0,3063	5,66	0,005
Erro	87	4,7062	0,0541		
Peso trad. Q1, Peso trad. Q2 e Peso trad. Q3 na 5ª semana					
Fator	2	0,1926	0,0963	2,98	0,056
Erro	87	2,8090	0,0323		
Peso auto. Q1, Peso auto. Q2 e Peso auto. Q3 na 6ª semana					
Fator	2	0,128	0,064	0,48	0,622
Erro	87	11,683	0,134		

GL – graus de liberdade, SQ – soma dos quadrados e QM – quadrado médio

Tabela 142 – Teste t do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4ª e 5ª semana, no galpão automatizado e tradicional

Observações	Automatizado	Tradicional	P-value
4ª semana	1,392	1,431	0,048
5ª semana	2,282	2,280	0,954

Tabela 143 – Teste t do peso corporal (kg) de frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, no galpão automatizado e tradicional, em cada quadrante

Observações	Automatizado	Tradicional	P-value
4^a semana			
1 ^o quadrante	1,401	1,363	0,189
2 ^o quadrante	1,297	1,425	0,000
3 ^o quadrante	1,479	1,505	0,392
5^a semana			
1 ^o quadrante	2,248	2,278	0,601
2 ^o quadrante	2,201	2,224	0,721
3 ^o quadrante	2,395	2,337	0,143

ANEXO A – TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 1ª SEMANA

TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (1ª semana) - H variando de 77 a 88,3 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
40	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6	73,7	76,8	80,0	83,4	86,9	90,4
41	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5	74,6	77,8	81,1	84,5	88,0	91,7
42	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4	75,5	78,8	82,1	85,6	89,2	92,9
43	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3	76,5	79,8	83,2	86,7	90,4	94,1
44	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2	77,4	80,8	84,2	87,8	91,5	95,4
45	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1	78,3	81,7	85,3	88,9	92,7	96,6
46	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9	79,3	82,7	86,3	90,0	93,9	97,8
47	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8	80,2	83,7	87,4	91,1	95,0	99,1
48	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7	81,2	84,7	88,4	92,2	96,2	100,3
49	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6	82,1	85,7	89,5	93,3	97,3	101,5
50	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5	83,0	86,7	90,5	94,4	98,5	102,7
51	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4	84,0	87,7	91,5	95,5	99,7	104,0
52	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2	84,9	88,7	92,6	96,6	100,8	105,2
53	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1	85,8	89,7	93,6	97,7	102,0	106,4
54	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0	86,8	90,7	94,7	98,9	103,2	107,7
55	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9	87,7	91,6	95,7	100,0	104,3	108,9
56	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8	88,6	92,6	96,8	101,1	105,5	110,1
57	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7	89,6	93,6	97,8	102,2	106,7	111,4
58	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6	90,5	94,6	98,9	103,3	107,8	112,6
59	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4	91,4	95,6	99,9	104,4	109,0	113,8
60	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3	92,4	96,6	100,9	105,5	110,2	115,0
61	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2	93,3	97,6	102,0	106,6	111,3	116,3
62	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1	94,3	98,6	103,0	107,7	112,5	117,5
63	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0	95,2	99,6	104,1	108,8	113,7	118,7
64	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9	96,1	100,5	105,1	109,9	114,8	120,0
65	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8	97,1	101,5	106,2	111,0	116,0	121,2
66	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6	98,0	102,5	107,2	112,1	117,2	122,4
67	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5	98,9	103,5	108,3	113,2	118,3	123,7
68	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4	99,9	104,5	109,3	114,3	119,5	124,9
69	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3	100,8	105,5	110,4	115,4	120,7	126,1
70	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2	101,7	106,5	111,4	116,5	121,8	127,3
71	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1	102,7	107,5	112,4	117,6	123,0	128,6
72	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0	103,6	108,5	113,5	118,7	124,2	129,8
73	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8	104,6	109,5	114,5	119,8	125,3	131,0
74	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7	105,5	110,4	115,6	120,9	126,5	132,3
75	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6	106,4	111,4	116,6	122,0	127,7	133,5
76	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5	107,4	112,4	117,7	123,1	128,8	134,7
77	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4	108,3	113,4	118,7	124,2	130,0	135,9
78	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3	109,2	114,4	119,8	125,3	131,1	137,2
79	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2	110,2	115,4	120,8	126,5	132,3	138,4
80	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0	111,1	116,4	121,9	127,6	133,5	139,6
81	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9	112,0	117,4	122,9	128,7	134,6	140,9
82	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8	113,0	118,4	123,9	129,8	135,8	142,1
83	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7	113,9	119,3	125,0	130,9	137,0	143,3
84	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6	114,9	120,3	126,0	132,0	138,1	144,6
85	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5	115,8	121,3	127,1	133,1	139,3	145,8

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
1ª SEMANA	77,0	88,3	88,4	106,5	106,6	122,0	122,1	145,8

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

 Faixa ideal de umidade relativa do ar.

ANEXO B – TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 2ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (2ª semana) - H variando de 66,9 a 77 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
40	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6	73,7	76,8
41	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5	74,6	77,8
42	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4	75,5	78,8
43	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3	76,5	79,8
44	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2	77,4	80,8
45	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1	78,3	81,7
46	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9	79,3	82,7
47	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8	80,2	83,7
48	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7	81,2	84,7
49	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6	82,1	85,7
50	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5	83,0	86,7
51	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4	84,0	87,7
52	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2	84,9	88,7
53	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1	85,8	89,7
54	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0	86,8	90,7
55	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9	87,7	91,6
56	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8	88,6	92,6
57	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7	89,6	93,6
58	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6	90,5	94,6
59	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4	91,4	95,6
60	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3	92,4	96,6
61	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2	93,3	97,6
62	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1	94,3	98,6
63	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0	95,2	99,6
64	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9	96,1	100,5
65	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8	97,1	101,5
66	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6	98,0	102,5
67	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5	98,9	103,5
68	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4	99,9	104,5
69	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3	100,8	105,5
70	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2	101,7	106,5
71	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1	102,7	107,5
72	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0	103,6	108,5
73	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8	104,6	109,5
74	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7	105,5	110,4
75	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6	106,4	111,4
76	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5	107,4	112,4
77	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4	108,3	113,4
78	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3	109,2	114,4
79	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2	110,2	115,4
80	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0	111,1	116,4
81	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9	112,0	117,4
82	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8	113,0	118,4
83	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7	113,9	119,3
84	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6	114,9	120,3
85	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5	115,8	121,3

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
2ª SEMANA	66,9	77,0	77,1	92,8	92,9	106,4	106,5	127,6

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

 Faixa ideal de umidade relativa do ar.

ANEXO C – TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 3ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (3ª semana) - H variando de 57,7 a 66,9 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
40	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6	73,7
41	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5	74,6
42	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4	75,5
43	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3	76,5
44	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2	77,4
45	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1	78,3
46	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9	79,3
47	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8	80,2
48	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7	81,2
49	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6	82,1
50	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5	83,0
51	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4	84,0
52	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2	84,9
53	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1	85,8
54	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0	86,8
55	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9	87,7
56	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8	88,6
57	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7	89,6
58	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6	90,5
59	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4	91,4
60	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3	92,4
61	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2	93,3
62	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1	94,3
63	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0	95,2
64	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9	96,1
65	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8	97,1
66	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6	98,0
67	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5	98,9
68	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4	99,9
69	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3	100,8
70	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2	101,7
71	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1	102,7
72	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0	103,6
73	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8	104,6
74	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7	105,5
75	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6	106,4
76	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5	107,4
77	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4	108,3
78	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3	109,2
79	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2	110,2
80	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0	111,1
81	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9	112,0
82	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8	113,0
83	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7	113,9
84	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6	114,9
85	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5	115,8

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
3ª SEMANA	57,7	66,9	77,0	80,6	80,7	92,5	92,6	121,9

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

Faixa ideal de umidade relativa do ar.

ANEXO D – TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 4ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (4ª semana) - H variando de 52,1 a 57,7 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
40	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7	70,6
41	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5	71,5
42	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4	72,4
43	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2	73,3
44	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0	74,2
45	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9	75,1
46	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7	75,9
47	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5	76,8
48	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4	77,7
49	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2	78,6
50	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1	79,5
51	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9	80,4
52	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7	81,2
53	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6	82,1
54	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4	83,0
55	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2	83,9
56	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1	84,8
57	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9	85,7
58	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7	86,6
59	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6	87,4
60	46,9	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4	88,3
61	47,3	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3	89,2
62	47,7	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1	90,1
63	48,1	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9	91,0
64	48,5	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8	91,9
65	48,9	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6	92,8
66	49,4	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4	93,6
67	49,8	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3	94,5
68	50,2	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1	95,4
69	50,6	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0	96,3
70	51,0	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8	97,2
71	51,4	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6	98,1
72	51,8	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5	99,0
73	52,2	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3	99,8
74	52,7	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1	100,7
75	53,1	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0	101,6
76	53,5	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8	102,5
77	53,9	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7	103,4
78	54,3	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5	104,3
79	54,7	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3	105,2
80	55,1	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2	106,0
81	55,5	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0	106,9
82	56,0	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8	107,8
83	56,4	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7	108,7
84	56,8	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5	109,6
85	57,2	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3	110,5

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
4ª SEMANA	52,1	57,7	57,8	69,6	69,7	80,1	80,2	116,4

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).



Faixa ideal de umidade relativa do ar.

ANEXO E – TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 5ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (5ª semana) - H variando de 39,6 a 52,1 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
40	36,6	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8	67,7
41	37,0	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6	68,5
42	37,4	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4	69,4
43	37,8	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2	70,2
44	38,2	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0	71,0
45	38,6	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8	71,9
46	39,0	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6	72,7
47	39,3	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4	73,5
48	39,7	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2	74,4
49	40,1	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0	75,2
50	40,5	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7	76,1
51	40,9	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5	76,9
52	41,3	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3	77,7
53	41,7	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1	78,6
54	42,1	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9	79,4
55	42,5	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7	80,2
56	42,8	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5	81,1
57	43,2	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3	81,9
58	43,6	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1	82,7
59	44,0	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9	83,6
60	44,4	46,9	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7	84,4
61	44,8	47,3	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4	85,3
62	45,2	47,7	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2	86,1
63	45,6	48,1	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0	86,9
64	45,9	48,5	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8	87,8
65	46,3	48,9	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6	88,6
66	46,7	49,4	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4	89,4
67	47,1	49,8	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2	90,3
68	47,5	50,2	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0	91,1
69	47,9	50,6	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8	92,0
70	48,3	51,0	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6	92,8
71	48,7	51,4	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4	93,6
72	49,0	51,8	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1	94,5
73	49,4	52,2	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9	95,3
74	49,8	52,7	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7	96,1
75	50,2	53,1	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5	97,0
76	50,6	53,5	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3	97,8
77	51,0	53,9	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1	98,7
78	51,4	54,3	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9	99,5
79	51,8	54,7	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7	100,3
80	52,1	55,1	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5	101,2
81	52,5	55,5	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3	102,0
82	52,9	56,0	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1	102,8
83	53,3	56,4	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8	103,7
84	53,7	56,8	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6	104,5
85	54,1	57,2	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4	105,3

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
5ª SEMANA	39,6	52,1	52,2	63,0	63,1	72,6	72,7	111,1

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

 Faixa ideal de umidade relativa do ar.

ANEXO F – TABELA DE ENTALPIA PARA FRANGOS DE CORTE NA 6ª SEMANA

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (6ª semana) - H variando de 37,4 a 49,5 KJ/Kg ar seco														
Temperatura (°C)														
UR (%)	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
40	34,7	36,6	38,6	40,7	42,8	45,0	47,2	49,5	51,9	54,3	56,8	59,4	62,1	64,8
41	35,1	37,0	39,0	41,1	43,3	45,5	47,7	50,0	52,4	54,9	57,5	60,1	62,8	65,6
42	35,4	37,4	39,5	41,6	43,7	46,0	48,2	50,6	53,0	55,6	58,1	60,8	63,6	66,4
43	35,8	37,8	39,9	42,0	44,2	46,4	48,8	51,2	53,6	56,2	58,8	61,5	64,3	67,2
44	36,1	38,2	40,3	42,4	44,7	46,9	49,3	51,7	54,2	56,8	59,5	62,2	65,1	68,0
45	36,5	38,6	40,7	42,9	45,1	47,4	49,8	52,3	54,8	57,4	60,1	62,9	65,8	68,8
46	36,9	39,0	41,1	43,3	45,6	47,9	50,3	52,8	55,4	58,1	60,8	63,6	66,6	69,6
47	37,2	39,3	41,5	43,8	46,1	48,4	50,9	53,4	56,0	58,7	61,5	64,3	67,3	70,4
48	37,6	39,7	41,9	44,2	46,5	48,9	51,4	54,0	56,6	59,3	62,1	65,0	68,1	71,2
49	38,0	40,1	42,3	44,6	47,0	49,4	51,9	54,5	57,2	59,9	62,8	65,8	68,8	72,0
50	38,3	40,5	42,8	45,1	47,5	49,9	52,5	55,1	57,8	60,6	63,5	66,5	69,5	72,7
51	38,7	40,9	43,2	45,5	47,9	50,4	53,0	55,6	58,4	61,2	64,1	67,2	70,3	73,5
52	39,1	41,3	43,6	45,9	48,4	50,9	53,5	56,2	59,0	61,8	64,8	67,9	71,0	74,3
53	39,4	41,7	44,0	46,4	48,9	51,4	54,0	56,7	59,6	62,5	65,5	68,6	71,8	75,1
54	39,8	42,1	44,4	46,8	49,3	51,9	54,6	57,3	60,1	63,1	66,1	69,3	72,5	75,9
55	40,2	42,5	44,8	47,3	49,8	52,4	55,1	57,9	60,7	63,7	66,8	70,0	73,3	76,7
56	40,5	42,8	45,2	47,7	50,3	52,9	55,6	58,4	61,3	64,3	67,5	70,7	74,0	77,5
57	40,9	43,2	45,6	48,1	50,7	53,4	56,1	59,0	61,9	65,0	68,1	71,4	74,8	78,3
58	41,2	43,6	46,1	48,6	51,2	53,9	56,7	59,5	62,5	65,6	68,8	72,1	75,5	79,1
59	41,6	44,0	46,5	49,0	51,6	54,4	57,2	60,1	63,1	66,2	69,5	72,8	76,3	79,9
60	42,0	44,4	46,9	49,5	52,1	54,9	57,7	60,7	63,7	66,9	70,1	73,5	77,0	80,7
61	42,3	44,8	47,3	49,9	52,6	55,4	58,2	61,2	64,3	67,5	70,8	74,2	77,8	81,4
62	42,7	45,2	47,7	50,3	53,0	55,9	58,8	61,8	64,9	68,1	71,5	74,9	78,5	82,2
63	43,1	45,6	48,1	50,8	53,5	56,4	59,3	62,3	65,5	68,7	72,1	75,6	79,3	83,0
64	43,4	45,9	48,5	51,2	54,0	56,8	59,8	62,9	66,1	69,4	72,8	76,3	80,0	83,8
65	43,8	46,3	48,9	51,6	54,4	57,3	60,3	63,4	66,7	70,0	73,5	77,0	80,8	84,6
66	44,2	46,7	49,4	52,1	54,9	57,8	60,9	64,0	67,3	70,6	74,1	77,7	81,5	85,4
67	44,5	47,1	49,8	52,5	55,4	58,3	61,4	64,6	67,8	71,3	74,8	78,4	82,2	86,2
68	44,9	47,5	50,2	53,0	55,8	58,8	61,9	65,1	68,4	71,9	75,5	79,2	83,0	87,0
69	45,3	47,9	50,6	53,4	56,3	59,3	62,4	65,7	69,0	72,5	76,1	79,9	83,7	87,8
70	45,6	48,3	51,0	53,8	56,8	59,8	63,0	66,2	69,6	73,1	76,8	80,6	84,5	88,6
71	46,0	48,7	51,4	54,3	57,2	60,3	63,5	66,8	70,2	73,8	77,4	81,3	85,2	89,4
72	46,3	49,0	51,8	54,7	57,7	60,8	64,0	67,4	70,8	74,4	78,1	82,0	86,0	90,1
73	46,7	49,4	52,2	55,2	58,2	61,3	64,5	67,9	71,4	75,0	78,8	82,7	86,7	90,9
74	47,1	49,8	52,7	55,6	58,6	61,8	65,1	68,5	72,0	75,6	79,4	83,4	87,5	91,7
75	47,4	50,2	53,1	56,0	59,1	62,3	65,6	69,0	72,6	76,3	80,1	84,1	88,2	92,5
76	47,8	50,6	53,5	56,5	59,6	62,8	66,1	69,6	73,2	76,9	80,8	84,8	89,0	93,3
77	48,2	51,0	53,9	56,9	60,0	63,3	66,7	70,1	73,8	77,5	81,4	85,5	89,7	94,1
78	48,5	51,4	54,3	57,3	60,5	63,8	67,2	70,7	74,4	78,2	82,1	86,2	90,5	94,9
79	48,9	51,8	54,7	57,8	61,0	64,3	67,7	71,3	75,0	78,8	82,8	86,9	91,2	95,7
80	49,3	52,1	55,1	58,2	61,4	64,8	68,2	71,8	75,5	79,4	83,4	87,6	92,0	96,5
81	49,6	52,5	55,5	58,7	61,9	65,3	68,8	72,4	76,1	80,0	84,1	88,3	92,7	97,3
82	50,0	52,9	56,0	59,1	62,4	65,8	69,3	72,9	76,7	80,7	84,8	89,0	93,5	98,1
83	50,4	53,3	56,4	59,5	62,8	66,3	69,8	73,5	77,3	81,3	85,4	89,7	94,2	98,8
84	50,7	53,7	56,8	60,0	63,3	66,8	70,3	74,1	77,9	81,9	86,1	90,4	94,9	99,6
85	51,1	54,1	57,2	60,4	63,8	67,2	70,9	74,6	78,5	82,6	86,8	91,1	95,7	100,4

LIMITES	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP	INF	SUP
6ª SEMANA	37,4	49,5	49,6	59,8	59,9	72,6	72,7	106,0

Fonte: Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012).

 Faixa ideal de umidade relativa do ar.

ANEXO G – CERTIFICADO DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA)

Universidade Federal do Ceará
 Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA
 Rua: Coronel Nunes de Melo, 1127 Rodolfo Teófilo
 Cep: 60430-270 Fortaleza-CE

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado “AUTOMATIZAÇÃO DA NEBULIZAÇÃO E VENTILAÇÃO EM GALPÕES DE FRANGO DE CORTE”, protocolo nº78/2015, sob responsabilidade do Prof. Dr. José Antônio Delfino Barbosa Filho, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei 11.794, de nº8 de outubro de 2008, do Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA) e foi adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFC) da Universidade Federal do Ceará, em reunião em 11 de novembro de 2015.

Vigência do projeto	04/01/2016 a 16/02/2016
Espécie/Linhagem	Ave Ross
Nº de Animais	1200
Peso/Idade	
Sexo	Machos/Fêmeas
Origem	Biotério Central da UFC

Fortaleza, 18 de novembro de 2015

Prof. Dr. Rodrigo Siqueira
 Coordenador do CEUA - UFC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
RODRIGO JOSÉ BEZERRA DE SIQUEIRA
COORDENADOR DA COMISSÃO DE ÉTICA E DO USO COM
ANIMAIS - CEUA/UFC - Matrícula Siapa: 1520734