



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

MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS QUEIROZ

**CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE CORTE EM GALPÕES COM SISTEMA
DE NEBULIZAÇÃO**

FORTALEZA

2014

MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS QUEIROZ

**CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE CORTE EM GALPÕES COM SISTEMA
DE NEBULIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

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

FORTALEZA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

Q45c Queiroz, Marília Lessa de Vasconcelos.
 Conforto térmico de frangos de corte em galpões com sistema de nebulização / Marília Lessa de Vasconcelos Queiroz. – 2014.
 175 f. : il. color., enc. ; 30 cm.

 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2014.
 Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.
 Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

 1. Ave - Criação. 2. Indústria animal. 3. Populações animais - Fatores climáticos. I. Título.

CDD 630

MARÍLIA LESSA DE VASCONCELOS QUEIROZ

**CONFORTO TÉRMICO DE FRANGOS DE CORTE EM GALPÕES COM SISTEMA
DE NEBULIZAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ambiente Agrícola. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 28 / 02 / 2014.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Daniel Albiero
Universidade Federal do Ceará (UFC)

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

A Deus.

Aos meus pais pelo constante exemplo de vida. Por me ensinar o valor do estudo, do trabalho, da persistência e da honestidade. A meu esposo e amigo 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 minha Tia; A vocês meu profundo e sincero agradecimento! Fica aqui a minha gratidão, o meu carinho, o amor que sinto por vocês!

AGRADECIMENTO

Ao CNPq, pelo apoio financeiro com a manutenção da bolsa de auxílio.

Ao Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, pela excelente orientação.

Aos professores participantes da banca examinadora Daniel Albiero e Carla Renata Figueiredo Gadelha pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Agradeço ao grupo NEAMBE - Núcleo de Estudos em Ambiente Agrícola e Bem-Estar Animal - pela oportunidade de realizar este trabalho.

Agradeço a Tijuca Alimentos, em nome de Nicolas Vasconcelos, por ter cedido suas instalações para a realização do trabalho e por contribuir com informações importantes para o mesmo.

Aos colegas da turma de mestrado, Francisco Alexandre de Lima Sales, Luanda Rêgo de Lima, Melânia de Araújo Alves, Perila Maciel Rebouças, Ismênia França de Brito, Rafaela Paula Melo, Odílio Coimbra da Rocha Neto e Shirley Silva de Holanda pelo companheirismo, amizade, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

Aos colegas que ajudaram na condução do experimento Luan Mariano Duarte, Lorena de Freitas Câmara, Amanda Cecília de Sousa Meireles, João Pereira Maciel Neto, Germana de Castro Rodrigues, Ana Cristina Souza de Lima e Monalisa Eva Santos Evangelista.

A todos que compartilharam esses momentos, meu muito obrigado!

“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.”

Leonardo da Vinci

RESUMO

QUEIROZ, Marília Lessa de Vasconcelos. Universidade Federal do Ceará, fevereiro 2014. **Conforto térmico de frangos de corte em galpões com sistema de nebulização.** Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, Conselheiros: Prof. Dr. Daniel Albiero, Prof^a. Dr^a. Carla Renata Figueiredo Gadelha.

Para os animais expressarem melhor suas características genéticas é necessário que estejam em um ambiente favorável para isso. Apesar de no Estado do Ceará haver condições ambientais favoráveis à produção de frangos de corte, as temperaturas elevadas predominam durante todo o ano. O mecanismo de controle da temperatura corporal das aves só é eficiente quando a temperatura do ambiente se encontra dentro de certos limites. A combinação de elevadas temperaturas e elevada umidade relativa do ar pode afetar o bem-estar das aves e se tornar um fator limitante para a produção. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o ambiente de galpões avícolas, medindo temperatura e umidade relativa do ar para o cálculo do Índice Entalpia de Conforto, assim também como a medição da temperatura da cama das aves, luminosidade e velocidade do vento para elaboração de mapas de krigagem, assim também como monitorar variáveis fisiológicas (temperatura retal e frequência respiratória), o comportamento das aves e o ganho de peso. As avaliações foram feitas durante a época seca, no período da manhã e da tarde, em dois galpões idênticos, através de ferramentas da zootecnia de precisão. Os dados de temperatura da cama, luminosidade e velocidade do vento foram analisados através da geoestatística e, posteriormente, foram elaborados mapas com os perfis da distribuição espacial destas variáveis ao longo dos galpões. Com os mapas foi possível observar que em alguns locais a temperatura da cama das aves apresentou valores muito elevados, chegando a 33,8 °C aos 42 dias de uso do galpão, temperatura considerada elevada e que pode gerar desconforto térmico às aves e prejudicar as trocas térmicas por condução. Os mapas de krigagem também mostraram que o sistema de ventilação não distribuiu a ventilação de forma homogênea. A maior média da velocidade do vento foi 2,6 m.s⁻¹. As medidas da temperatura retal e da frequência respiratória das aves na 5^a e 6^a semana foram consideradas elevadas e indicaram uma condição de estresse térmico. A avaliação do etograma demonstrou que as aves diminuíram o tempo gasto na alimentação e aumentaram o tempo de ócio, da 5^a para a 6^a semana. Esta queda no consumo provavelmente aconteceu devido à condição de estresse térmico a que as aves estavam submetidas. Todos esses fatores avaliados refletiram negativamente no ganho de peso dos animais, que tiveram o peso abaixo do esperado para a linhagem estudada.

Palavras-chave: Avicultura. Ambiência. Geoestatística. Krigagem.

ABSTRACT

QUEIROZ, Marília Lessa de Vasconcelos. Universidade Federal do Ceará, Fevereiro 2014. **Thermal comfort of broiler chickens in sheds with misting system.** Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho, Conselheiros: Prof. Dr. Daniel Albiero, Prof^ª. Dr^ª. Carla Renata Figueiredo Gadelha.

For animals express their best genetic traits, they need to be in a favorable environment. The state of the Ceará has favorable environmental conditions for the production of broilers, but high temperatures prevail throughout the year. The mechanism control of the temperature of the body of birds is only effective when the ambient temperature is within limits. The combination of high temperatures and high relative humidity can affect the welfare of the birds and become a limiting factor for production. Thus, the aim of this study was to evaluate the environment in shed of the birds, realize measuring of the temperature and relative humidity for the calculate the Enthalpy Comfort Index (IEC), also measure the temperature of the Litter, wind speed and luminosity for drafting of kriging maps, also monitor physiological variables (rectal temperature and respiratory rate), the birds' behavior and weight gain. Evaluations were made during the dry season, during the morning and afternoon, in two similar shed of the birds, through tools of animal precision. The temperature data of Litter, wind speed and luminosity were analyzed using geostatistics and subsequently maps with profiles of the spatial distribution of these variables over the sheds were prepared. With the maps it was observed that in some places the temperature of the Litter showed very high values, reaching 33.8 °C after 42 days. This temperature was considered high and can cause thermal discomfort to birds and harm the exchanges thermal by conduction. The kriging maps also showed that the ventilation system not distributed homogeneously the ventilation. The highest average wind speed was 2.6 ms⁻¹. Measurements of rectal temperature and respiratory rate of birds in the 5th and 6th week were considered high and indicated a heat stress condition. The evaluation of the ethogram showed that the birds reduced the time spent feeding and increased leisure time, between the 5th to 6th week. This fall in consumption probably happened due to condition of heat stress that birds were submitted. All these factors evaluated negatively reflected in weight gain of the animals, which had the weight lower than expected.

Keywords: Poultry. Environment. Geostatistics. Kriging.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01	Mapas de krigagem para os atributos microclimáticos temperatura (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento (m.s ⁻¹), luminosidade (lux) e índice de temperatura e umidade (ITU) nos diferentes ambientes estudados, no galpão com sistema <i>free-stall</i>	50
Figura 02	Perfil térmico do Índice Entalpia de Conforto (IEC) ao longo da fileira do meio da carga para os três carregamentos avaliados e seus respectivos turnos.	51
Figura 03	Vista aérea do local de estudo e galpões avaliados durante o experimento (detalhe vermelho).....	53
Figura 04	Galpão avaliado durante o experimento	54
Figura 05	Comedouros do tipo tubular metálico (borda laranja), comedouros do tipo tubular metálico infantil (borda azul) e bebedouros do tipo pendular (borda verde).....	55
Figura 06	Chegada dos pintinhos de um dia: (a) pintinhos sendo descarregados dos caminhões de transporte climatizados; e (b) pintinhos sendo descarregados dentro dos galpões	56
Figura 07	Fornalhas a lenha	56
Figura 08	Divisão do galpão em quadrantes: (a) divisão do galpão em quadrantes; e (b) localização dos <i>Data Loggers</i> no interior do galpão e pontos de coleta das variáveis temperatura da cama das aves, velocidade do vento e luminosidade.....	59
Figura 09	<i>Data Logger</i> utilizado para registro da temperatura e umidade relativa do ar	61
Figura 10	Aparelho utilizado na medição da luminosidade e velocidade do vento.....	62
Figura 11	Termômetro digital tipo espeto.....	63
Figura 12	Manuseio das aves para medição da temperatura retal: (a) ave imobilizada nas asas e pés; e (b) medição da temperatura retal	64
Figura 13	Aves espalhadas pelo galpão, indicativo de dispersão	65
Figura 14	Ave de bico aberto, ofegando	66
Figura 15	Aves sentadas, sem muito movimento, indicando prostração	66
Figura 16	Aves comendo	67
Figura 17	Ave esticando a perna na tentativa de resfriar maior área do corpo.....	68

Figura 18	Média da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), durante seis semanas, no turno da manhã...	73
Figura 19	Média da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), durante seis semanas, no turno da tarde.....	74
Figura 20	Média da umidade relativa do ar (%), durante seis semanas, no turno da manhã.....	76
Figura 21	Média da umidade relativa do ar (%), durante seis semanas, no turno da tarde	77
Figura 22	Valores médios do IEC (kJ/kg ar seco), durante seis semanas, no turno da manhã.....	78
Figura 23	Valores médios do IEC (kJ/kg ar seco), durante seis semanas, no turno da tarde	80
Figura 24	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da umidade relativa do ar (UR) no interior do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana	82
Figura 25	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da umidade relativa do ar (UR) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana.....	83
Figura 26	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana.....	83
Figura 27	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana.....	84
Figura 28	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) no interior do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 4ª semana.....	87
Figura 29	Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 4ª semana.....	87
Figura 30	Mapas de krigagem para o atributo temperatura da cama de frangos de corte (Tcama, em $^{\circ}\text{C}$), na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã	97
Figura 31	Mapas de krigagem para o atributo velocidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), em galpão de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã.....	99
Figura 32	Mapas de krigagem para o atributo luminosidade (lux), em galpão de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã.....	101

Figura 33	Incidência direta de raios solares no interior do galpão	102
Figura 34	Mapas de krigagem para o atributo temperatura da cama de frangos de corte (T _{cama} , em °C), na 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a semana, no turno da tarde.....	104
Figura 35	Mapas de krigagem para o atributo velocidade do vento (m.s ⁻¹), em galpão de frangos de corte, na 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a semana, no turno da tarde.....	106
Figura 36	Mapas de krigagem para o atributo luminosidade (lux), em galpão de frangos de corte, na 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a semana, no turno da tarde	108
Figura 37	Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 5 ^a semana de vida, no turno da manhã.....	114
Figura 38	Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 6 ^a semana de vida, no turno da manhã.....	115
Figura 39	Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 5 ^a semana de vida, no turno da tarde	115
Figura 40	Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 6 ^a semana de vida, no turno da tarde	116
Figura 41	Gráfico da frequência do comportamento dispersão, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5 ^a semana de vida de frangos de corte	117
Figura 42	Gráfico da frequência do comportamento dispersão, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6 ^a semana de vida de frangos de corte	118
Figura 43	Gráfico da frequência do comportamento ofegar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5 ^a semana de vida de frangos de corte	119
Figura 44	Gráfico da frequência do comportamento ofegar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6 ^a semana de vida de frangos de corte	119
Figura 45	Gráfico da frequência do comportamento prostração, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5 ^a semana de vida de frangos de corte	120
Figura 46	Gráfico da frequência do comportamento prostração, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6 ^a semana de vida de frangos de corte	120
Figura 47	Gráfico da frequência do comportamento comer, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5 ^a semana de vida de frangos de corte	121
Figura 48	Gráfico da frequência do comportamento comer, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6 ^a semana de vida de frangos de corte	122
Figura 49	Gráfico da frequência do comportamento beber, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5 ^a semana de vida de frangos de corte	123

Figura 50	Gráfico da frequência do comportamento beber, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte	123
Figura 51	Gráfico da frequência do comportamento sonolência, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte	124
Figura 52	Gráfico da frequência do comportamento sonolência, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte	125
Figura 53	Gráfico da frequência do comportamento abrir asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte	125
Figura 54	Gráfico da frequência do comportamento abrir asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte	126
Figura 55	Gráfico da frequência do comportamento esticar asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte	126
Figura 56	Gráfico da frequência do comportamento esticar asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte	127
Figura 57	Gráfico da frequência do comportamento esticar pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte.....	127
Figura 58	Gráfico da frequência do comportamento esticar pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte.....	128
Figura 59	Gráfico da frequência do comportamento esticar asas e pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte.....	128
Figura 60	Gráfico da frequência do comportamento esticar asas e pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte.....	129
Figura 61	Gráfico da frequência do comportamento banho de areia, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte.....	129
Figura 62	Gráfico da frequência do comportamento banho de areia, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte.....	130

Figura 63	Gráfico da frequência do comportamento investigar penas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte.....	130
Figura 64	Gráfico da frequência do comportamento ciscar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte....	131
Figura 65	Gráfico da frequência do comportamento paradas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte....	132
Figura 66	Gráfico da frequência do comportamento paradas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte....	132

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Evolução tecnológica da avicultura de 1950 a 2010.	26
Tabela 02	Evolução da conversão alimentar para o frango de corte.	29
Tabela 03	Limites de temperatura e umidade relativa do ar tolerados por frangos de corte em cada semana de vida.	40
Tabela 04	Avaliações realizadas em cada semana de experimento, durante a primeira fase, período seco.....	57
Tabela 05	Tabela com os limites do IEC (kJ/kg ar seco) a cada semana de vida de frangos de corte.....	81
Tabela 06	Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 1ª semana.	81
Tabela 07	Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 2ª semana.	84
Tabela 08	Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 3ª semana.	85
Tabela 09	Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 4ª semana.	86
Tabela 10	Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 5ª semana.	88
Tabela 11	Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 6ª semana.	88
Tabela 12	Estatística descritiva básica no turno da manhã, para os atributos avaliados de temperatura da cama das aves (°C), velocidade do vento (m.s ⁻¹) e luminosidade (lux) na 4ª, 5ª e 6ª semana de uso do galpões.....	90
Tabela 13	Teste de médias dos atributos temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade no turno da manhã, na 4ª, 5ª e 6ª semana de uso do galpão 91	91
Tabela 14	Estatística descritiva básica no turno da tarde, para os atributos avaliados de temperatura da cama das aves (°C), velocidade do vento (m.s ⁻¹) e luminosidade (lux) na 4ª, 5ª e 6ª semana de uso do galpões.....	92
Tabela 15	Teste de médias dos atributos temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade no turno da tarde, na 4ª, 5ª e 6ª semana de uso do galpão.....	93
Tabela 16	Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais no turno da manhã, para os atributos de temperatura da cama das aves (°C),	

	velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux), na 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a semana de uso dos galpões	93
Tabela 17	Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais no turno da tarde, para os atributos de temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux), na 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a semana de uso dos galpões.	95
Tabela 18	Médias da temperatura retal dos frangos de corte, na 4 ^a , 5 ^a e 6 ^a semana, nos turnos da manhã e tarde.	110
Tabela 19	Teste de médias da frequência respiratória (mov.min^{-1}) de frangos de corte, na 5 ^a e 6 ^a semana de vida, no turno da manhã	111
Tabela 20	Teste de médias da frequência respiratória (mov.min^{-1}), na 5 ^a e 6 ^a semana de vida frangos de corte, no turno da tarde.....	112
Tabela 21	Evolução do peso (g), por semana, de 100 frangos de corte	133
Tabela 22	Estatística descritiva básica da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 1 ^a semana	145
Tabela 23	Análise de variância da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 1 ^a semana.....	145
Tabela 24	Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 1 ^a semana.....	146
Tabela 25	Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto na 1 ^a semana....	146
Tabela 26	Estatística descritiva básica da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 2 ^a semana	147
Tabela 27	Análise de variância da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 2 ^a semana.....	147
Tabela 28	Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 2 ^a semana.....	148
Tabela 29	Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 2 ^a semana	148
Tabela 30	Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto na 2 ^a semana....	149
Tabela 31	Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto na 2 ^a semana	149
Tabela 32	Estatística descritiva básica da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 3 ^a semana	150
Tabela 33	Análise de variância da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 3 ^a semana.....	150
Tabela 34	Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 3 ^a semana.....	151
Tabela 35	Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 3 ^a semana	151
Tabela 36	Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto na 3 ^a semana....	152
Tabela 37	Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto na 3 ^a semana	152
Tabela 38	Estatística descritiva básica da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 4 ^a semana	153
Tabela 39	Análise de variância da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 4 ^a semana.....	153
Tabela 40	Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 4 ^a semana.....	154
Tabela 41	Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 4 ^a semana	154
Tabela 42	Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto na 4 ^a semana....	155

Tabela 43	Estatística descritiva básica da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 5ª semana.....	156
Tabela 44	Análise de variância da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 5ª semana	156
Tabela 45	Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 5ª semana.....	157
Tabela 46	Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 5ª semana	157
Tabela 47	Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto na 5ª semana....	158
Tabela 48	Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto na 5ª semana	158
Tabela 49	Estatística descritiva básica da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 6ª semana	159
Tabela 50	Análise de variância da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) na 6ª semana.....	159
Tabela 51	Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 6ª semana.....	160
Tabela 52	Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 6ª semana	160
Tabela 53	Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto na 6ª semana....	161
Tabela 54	Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto na 6ª semana	161
Tabela 55	Análise de variância da temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e luminosidade (lux) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã	162
Tabela 56	Análise de variância da temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e luminosidade (lux) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da tarde.....	162
Tabela 57	Estatística descritiva básica da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã e da tarde	165
Tabela 58	Análise de variância da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã e da tarde	165
Tabela 59	Análise de variância da frequência respiratória ($\text{mov}\cdot\text{min}^{-1}$) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da manhã	167
Tabela 60	Análise de variância da frequência respiratória ($\text{mov}\cdot\text{min}^{-1}$) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da manhã	168
Tabela 61	Análise de variância da frequência respiratória ($\text{mov}\cdot\text{min}^{-1}$) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da tarde.....	169
Tabela 62	Análise de variância da frequência respiratória ($\text{mov}\cdot\text{min}^{-1}$) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da tarde.....	169

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
CTR	Carga térmica de radiação
CV	Coeficiente de variação
DP	Desvio Padrão
FR	Frequência respiratória
H e <i>h</i>	Entalpia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Índice de dependência espacial
IEC	Índice Entalpia de Conforto
ITGU	Índice de temperatura de globo e umidade
ITU	Índice de temperatura e umidade
LC	Linha central
LIC	Limite inferior de controle
LSC	Limite superior de controle
Lum	Luminosidade
MMEP	Média móvel exponencialmente ponderada
PB	Pressão barométrica
PIB	Produto interno bruto
T e <i>t</i>	Temperatura
<i>t_{bs}</i>	Temperatura de bulbo seco
<i>t_{po}</i>	Temperatura de ponto de orvalho
TR	Temperatura retal
UBABEF	União Brasileira de Avicultura
UR	Umidade relativa do ar
VV	Velocidade do vento
<i>w</i>	Razão de mistura
ZTN	Zona termoneutra

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
σ	Constante de Stefan-Boltzmann
λ	Peso considerado para a média
μ	Média do processo
σ	Desvio padrão da amostra
®	Marca registrada
K	Graus kelvin
°C	Graus celsius

SUMÁRIO

1	INTRUDUÇÃO	22
1.1	Objetivo geral	24
1.2	Objetivos específicos	24
2	REVISÃO DE LITERATURA	25
2.1	A avicultura no Brasil	25
2.1.1	A avicultura no nordeste brasileiro	27
2.2	Estresse térmico em frangos de corte	28
2.3	Ambiência em galpões de criação de frangos de corte	31
2.3.1	Ambiência na produção de aves	31
2.3.1.1	Orientação das instalações.....	35
2.3.1.2	Ventilação.....	35
2.3.1.3	Umidade relativa do ar e conforto térmico.....	36
2.4	Índices de conforto térmico	39
2.4.1	Índice Entalpia de Conforto (IEC)	42
2.5	Cama das aves	44
2.6	Etologia	46
2.6.1	Alterações no comportamento de frangos de corte devido ao estresse por calor	47
2.7	Geoestatística na ambiência animal	48
3	MATERIAIS E MÉTODOS	53
3.1	Local do estudo	53
3.2	Divisão cronológica	57
3.3	Divisão do galpão.....	58
3.4	Variáveis ambientais	60
3.4.1	Temperatura e umidade relativa do ar	60
3.4.2	Luminosidade e velocidade do vento	61
3.5	Índice de conforto térmico	62
3.6	Variáveis fisiológicas	63
3.6.1	Temperatura retal das aves	63
3.6.2	Frequência respiratória	64
3.7	Parâmetros comportamentais	64

3.8	Temperatura da cama das aves.....	69
3.9	Ganho de peso.....	69
3.10	Análise estatística	69
3.11	Mapas de Krigagem	71
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
4.1	Temperatura, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de conforto.....	73
4.2	Avaliação estatística das variáveis ambientais	81
4.3	Geoestatística – Mapas de krigagem	89
4.3.1	Estatística descritiva básica e teste de médias.....	89
4.3.2	Análise geoestatística	93
4.3.3	Mapas de krigagem	95
4.4	Avaliação da temperatura retal na 4^a, 5^a e 6^a semana de vida de frangos de corte	109
4.5	Avaliação da frequência respiratória	111
4.6	Avaliação etológica	113
4.6.1	Avaliação etológica por quadrante	116
4.7	Avaliação do ganho de peso semanal de frangos de corte	133
5	CONCLUSÃO	135
	REFERÊNCIAS	136
	APÊNDICES.....	146
	ANEXOS	172

1 INTRODUÇÃO

O estado do Ceará ocupa uma posição de destaque na produção de aves no Nordeste. Porém, devido ao clima quente da região, na maior parte do ano, os produtores necessitam de cuidados maiores com fatores relacionados à homeostase das aves, uma vez que o desconforto térmico dentro dos galpões pode reduzir o desempenho dos animais e prejudicar o bem-estar dos mesmos.

Apesar de a avicultura ser uma atividade promissora, existem muitos fatores que podem gerar impactos negativos sob o ambiente de produção. Entre os fatores que podem influenciar a atividade, se destacam os ambientais, tais como, a temperatura e a umidade relativa do ar, a poeira dentro dos galpões, a ventilação e etc. O setor produtivo de frangos de corte sempre direcionou seus investimentos nas áreas de nutrição, manejo e sanidade. Porém, diversas pesquisas científicas comprovam que o aumento da temperatura corporal das aves está relacionado à elevação da temperatura ambiente. Então, somente há pouco tempo, o estudo dos fatores ambientais, por auxiliar na redução de perdas, vêm ganhando importância na criação de aves. Entre os diversos fatores que influenciam o ambiente, os fatores ligados ao conforto térmico representados, principalmente, pela temperatura são um dos que mais pode afetar o bem-estar das aves e se tornar um fator limitante para a produção.

Tão importante quanto à temperatura é o controle da umidade relativa do ar, pois esta é uma variável de difícil controle e de extrema importância para as aves. Ambientes com elevada umidade relativa do ar, são muito prejudiciais para frangos de corte, pois estes animais têm que aumentar a sua frequência respiratória para conseguir resfriar o corpo e tentar equilibrar sua temperatura interna. Todo este esforço para retomar a homeostase faz com que as aves tenham um elevado gasto metabólico, que pode refletir no desempenho final da produção.

O controle da umidade relativa do ar dentro dos galpões é dificultado pelo uso de nebulização no interior dos mesmos. A nebulização é utilizada porque ajuda a amenizar a temperatura do ar dentro das instalações proporcionando mais conforto térmico para as aves, que são animais que exigem baixas temperaturas na fase final de sua criação. Porém, o excesso de nebulização combinado com o sistema de ventilação artificial, pode causar estresse térmico por frio, pode molhar demasiadamente a cama das aves, gerando desconforto aos animais, atrapalhar a respiração e ainda causar doenças. Na literatura, é indicado que o ambiente ideal para frangos de corte nas últimas semanas de vida deve apresentar

temperaturas abaixo de 30 °C e 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.

As aves, assim como todos os animais, possuem mecanismos biológicos que são ativados em situações adversas e que as ajuda a manter certa constância em sua temperatura corporal. Entretanto, as aves mantêm a temperatura corporal constante quando a temperatura ambiente está dentro de uma zona considerada termoneutra. Em condições de alta temperatura, comum na maior parte do Brasil, os animais costumam apresentar alterações corporais, tais como respiração mais acelerada, ofegação, redução no consumo de ração e aumento do consumo de água. Apesar dos mecanismos corporais utilizados pelas aves serem eficientes, em situações mais extremas estes mecanismos não são suficientes para manter as aves em conforto.

Caso a condição de estresse térmico perdure, pode haver a morte do animal. A grande dificuldade dos frangos de corte, em manter o controle da temperatura corporal, pode ser explicada pelo fato de esses animais serem geneticamente modificados, para ter rápido crescimento e acúmulo de peso em um curto espaço de tempo. Essas alterações corporais fizeram ao longo do tempo com que o organismo desses animais ficasse sobrecarregado.

Desta maneira, o monitoramento das variáveis temperatura e umidade relativa do ar é fundamental para o controle do ambiente de criação, a fim de manter uma produção satisfatória. Uma vez que o ambiente influencia no conforto dos animais, isto 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, durante o período de criação das aves. Para conhecer o complexo ambiente de criação de frangos de corte, é necessária a coleta de diversas variáveis ambientais e variáveis fisiológicas dos animais. Todos estes dados auxiliarão numa análise mais confiável e bem fundamentada.

Partindo destas considerações, este estudo visa responder a seguinte questão: Como as variações de umidade relativa do ar, juntamente com a temperatura no ambiente interno e externo do galpão das aves podem influenciar a produtividade e o bem-estar de frangos de corte? Responder esta pergunta pode auxiliar os produtores a reduzir as perdas que estes fatores causam à produção das granjas avícolas e ao conforto das aves em países de clima quente como o Brasil.

1.1 Objetivo geral

Avaliar o impacto das condições ambientais sobre o desempenho e produção de frangos de corte criados em galpões com sistema de nebulização.

1.2 Objetivos específicos

Foram também objetivos específicos desta pesquisa:

- Monitorar e caracterizar constantemente as condições ambientais, de temperatura e umidade relativa do ar, no interior e exterior dos galpões, através do uso de ferramentas de precisão;
- Avaliar a temperatura da cama, luminosidade e velocidade do vento no interior dos galpões para a confecção de mapas de krigagem;
- Avaliar a temperatura retal e frequência respiratória das aves, afim de as relacionar com as variáveis ambientais;
- Monitorar o comportamento das aves;
- Monitorar o ganho de peso semanal das aves.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A avicultura no Brasil

O desenvolvimento da atividade avícola no Brasil começou no final da década de 1950, na região Sudeste, quando houve a substituição da avicultura tradicional iniciada nos anos de 1920 e 1930. Até então a avicultura era uma atividade de subsistência, sendo desenvolvida sob bases não empresariais, como ressalta Carmo (1999). Inicialmente, a atividade avícola se concentrava principalmente nas regiões Sul e Sudeste, que eram próximas a regiões produtoras de matérias-primas como milho e soja, o que fazia com que se reduzisse os custos dos principais insumos para a produção de frangos. Esses dois insumos representam em torno de 60 % a 65 % do custo do frango vivo (SAKAMOTO; BORNIA, 2005).

No entanto, como constataram Evangelista, Nogueira Filho e Oliveira (2008), a atividade avícola teve uma expansão pelo território nacional, aproximando-se das regiões consumidoras, o que explica em parte o seu crescimento na região Nordeste.

Segundo Baptistotte (2010), a avicultura brasileira tem se destacado pela elevada produtividade e, também, pelo desempenho econômico que contribui de forma bastante significativa para a economia do país. Atualmente, a avicultura brasileira está consolidada como uma das mais importantes e eficientes atividades da agropecuária, com grande nível tecnológico, o que levou o Brasil a ser o maior exportador mundial de carne de frango. De acordo com o Banco Nacional do Desenvolvimento – BNDES (1995), segundo o Relato Setorial da Avicultura, 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 avançados no mundo.

A carne de frango vem se tornando cada vez mais importante na alimentação humana e seu consumo tem aumentado gradativamente em todo o mundo. No Brasil o aumento do consumo da carne de frango também tem aumentado e já superou o consumo de carne bovina e suína. Essa mudança provavelmente aconteceu porque a carne de frango, por ser uma carne branca e com pouca gordura, passa a imagem de ser um produto mais saudável e os preços mais acessíveis tornaram possível a conquista dessa posição, fazendo com que as carnes brancas sejam muito valorizadas atualmente. De acordo com o BNDES (1995), recentemente as carnes brancas têm sido valorizadas com base na busca de uma dieta

saudável e mais equilibrada, em função de valores culturais atrelados a um novo enfoque sobre saúde, corpo e estilos de vida.

Segundo o último Relatório Anual da União Brasileira de Avicultura, UBABEF, publicado em 2013, atualmente o Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, 12,645 milhões de toneladas em 2012, e ocupa o importante lugar de maior exportador de carne de frango, sendo que 69 % do volume total de frangos produzidos no país é destinado ao consumo interno e 31 % às exportações. Com isto, o consumo *per capita* de carne de frango atingiu 45 quilos por pessoa.

A alta produção de frangos é facilitada por fatores como curto ciclo produtivo das aves e a possibilidade de criação em elevadas densidades, devido ao tamanho reduzido desses animais. O impressionante desenvolvimento da avicultura, também, foi atingido graças a avanços científicos no melhoramento genético das aves, desenvolvimentos nas áreas de nutrição, manejo, sanidade e ambiência que permitiram a produção avícola se tornar uma atividade de produção intensa em escalas industriais. Na Tabela 1, observa-se as inovações nas técnicas relacionadas à avicultura nas décadas de 1950 a 2010 que proporcionaram transformações e mudaram a concepção da avicultura, tornando esta uma atividade mais tecnificada.

Tabela 1 – Evolução tecnológica da avicultura 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: Schorr (1999 apud COELHO; BORGES 1999).

Atualmente, a avicultura brasileira é reconhecida como uma das mais desenvolvidas do mundo e conta com elevados índices de produtividade. De acordo com Baptistotte (2010), a avicultura brasileira tem se destacado não só em produtividade e volume de abate, mas também no desempenho econômico, pois vem contribuindo de forma bastante

significativa para a economia do país. A avicultura brasileira corresponde a 1,5 % do PIB brasileiro e gera 5 milhões de empregos diretos e indiretos (ALCÂNTARA, 2011).

2.1.1 A avicultura no Nordeste brasileiro

A produção de frangos na região Nordeste vem ganhando força nos últimos anos e começa a se destacar no cenário nacional avícola. Segundo Evangelista, Nogueira Filho e Oliveira (2008) a avicultura nordestina não está voltada para o mercado externo, com raras exceções, mesmo assim é uma importante atividade para geração de renda e emprego que vem se modernizando e se atualizando nos últimos anos, aplicando conhecimentos disponíveis sobre a atividade.

De acordo com um censo realizado em 2009 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, o Ceará é o segundo estado do Nordeste em relação à população de frangos de corte, sendo que os municípios com as maiores criações são Quixadá, Aquiraz, Beberibe, Cascavel, Horizonte e Barreira.

O Ceará ocupa uma posição de destaque na produção de aves no Nordeste porque tem condições que favorecem a criação de aves, como moderada umidade relativa do ar e altos índices de velocidade dos ventos, o que favorece o uso de galpões abertos, que são menos dependentes de energia elétrica, sendo assim mais econômicos. Porém, os produtores necessitam ter maiores cuidados com fatores relacionados à homeostase das aves devido ao clima quente no estado na maior parte do ano, que é causa de desconforto térmico dentro dos galpões, reduzindo o desempenho dos animais e prejudicando o bem-estar dos mesmos. 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 do Brasil, onde predominam elevadas temperaturas durante o ano todo (LAVOR; FERNANDES; SOUSA, 2008).

Oliveira (2010) relata que grande parte das pesquisas desenvolvidas sobre a avicultura de corte são voltadas para a Região Sul do país, com aspectos climáticos subtropicais, que a diferem de forma significativa do resto do Brasil. O estudo em uma região com clima semi-árido tende a ser mais abrangente, pois aborda uma maior variação de condições climáticas, evidenciando, de forma geral, a condição climática brasileira.

2.2 Estresse térmico em frangos de corte

O estresse é uma condição dos animais que estão em uma situação adversa. Malavazzi (1986) define o estresse nos frangos de corte como um desequilíbrio hormonal temporário, provocado por mudanças críticas no meio ambiente.

Jorge (2008) define o estresse como uma condição do animal que resulta da ação de um ou mais fatores estressantes que podem ser de origem tanto externa como interna. Se um fator estressante pode ser considerado prejudicial, depende da forma como o organismo é capaz de lidar com uma situação ameaçadora e como ele recupera a homeostase (SMITH *et al.*, 2004).

Segundo Jorge (2008), sempre que um organismo sofre alguma ameaça física ou psicológica ocorre uma série de respostas adaptativas no seu corpo, que se contrapõem aos efeitos dos estímulos, na tentativa de restabelecer a homeostasia. Ainda segundo este autor, o mecanismo da homeostasia é eficiente somente quando a temperatura ambiental encontra-se dentro de certos limites, pois os extremos impedem que as aves se ajustem perfeitamente, podendo, inclusive, ameaçar a vida do animal.

Um animal sofre estresse térmico por calor quando o produz mais do que pode dissipar. Para que o animal consiga ajustar sua temperatura, são desencadeados alguns mecanismos como reduzir o consumo de alimento e aumentar a ingestão de água, o que pode causar declínio na produção. O estresse térmico afeta o crescimento e a produção normal dos animais, podendo causar redução dos lucros. Os seres vivos de um modo geral necessitam de condições climáticas ótimas para que seus processos fisiológicos, crescimento e desenvolvimento, ocorram dentro da normalidade (DELFINO *et al.*, 2012).

As aves são classificadas como animais homeotermos, isto significa que elas estão em troca térmica contínua com o ambiente. As aves têm um mecanismo fisiológico regulador da temperatura corporal, que fica localizado no hipotálamo, que é um órgão comum a alguns seres vivos. As aves sempre estão ajustando sua temperatura corporal para alcançar o equilíbrio, que é a homeostase.

Vários podem ser os fatores que desencadeiam o estresse nas aves durante a criação. O estresse térmico, em especial o associado ao calor é provavelmente o maior estressor para as aves e isto é mais grave para as aves na faixa dos 40 dias que já estão com seu sistema termorregulatório desenvolvido, o que significa que sua condição de conforto térmico é 21-22 °C (OLIVEIRA, 2010). Uma vez que as aves são animais que estão sempre

em troca de térmica com o ambiente onde estão, frangos de corte submetidos a ambientes com temperaturas adequadas, desperdiçam menos energia para se restabelecer do frio ou calor e são mais propensos a alcançar a produtividade ideal.

Boa parte da fragilidade ao estresse térmico dos frangos de corte pode ser explicada pelo seu intenso melhoramento ao longo dos anos. Os avanços da avicultura nas áreas de genética, nutrição, manejo, sanidade, dentre outras, fizeram com que os frangos de corte ficassem prontos para o abate cada vez mais rápido. Se na década de 30 um frango de corte demorava 15 semanas para alcançar 1500 g, atualmente o ciclo do frango demora apenas seis semanas e os animais vão ao abate com peso médio de 2500 g. Nos últimos 70 anos, segundo Coelho e Borges (1999) a idade de abate de um frango caiu de 100 dias para 42 dias, e o peso de abate aumentou de 1,5 kg para 2,4 kg. Na Tabela 2, é possível observar a evolução do peso de frangos de corte.

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).

O sistema de criação de frangos em confinamento contribuiu para haver uma maior produtividade em menor espaço, menos tempo e redução de custos de mão-de-obra. Porém, esse sistema de criação intensiva sobrecarrega a capacidade fisiológica dos animais. A criação intensiva em ambientes estressantes, aliado à seleção fenotípica para o desenvolvimento de linhagens de frangos de corte mais produtivas, ou seja, com elevada frequência de ganho de peso, maior rendimento de carcaça e alta eficiência alimentar,

resultaram no aparecimento de síndromes fisiológicas e em problemas como o estresse térmico (BARBOSA FILHO, 2008).

As aves são organismos mais sensíveis do que outros animais, necessitam de um controle preciso de temperatura e outros fatores ambientais tais como umidade relativa, circulação do ar e gases (OLIVEIRA, 2010).

Furlan (2006) relata que há uma zona de conforto térmico para as aves e mais especificamente os frangos de corte, também chamada de zona termoneutra (ZTN), que é a faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menos gasto energético. Existe uma faixa ideal de temperatura ambiente para cada fase do desenvolvimento dos frangos de corte. Neste enfoque, o autor ainda comenta que quando a temperatura efetiva do ambiente está dentro da ZTN, a temperatura corporal interna de frangos adultos é mantida entre 41,2 °C e 42,2 °C, através de mecanismos termorregulatórios com um mínimo esforço. Porém, quando a temperatura efetiva do ambiente fica acima da ZTN, sua habilidade de dissipar calor é altamente reduzida e os mecanismos biofísicos de autodefesa contra o calor, tais como a redução de ingestão de ração são ativados. Se o mecanismo de termorregulação dos animais for insuficiente para manter a homeotermia, a temperatura corporal começa a aumentar e pode levar à morte da ave por exaustão pelo calor.

Já se sabe que o esforço da ave sob condição de estresse térmico causa transtornos quanto à interferência na qualidade dos atributos da carne; porém, são necessários mais estudos sobre essa questão, já que os resultados obtidos até o momento ainda são pouco esclarecedores (BROSSI *et al.*, 2009). Bianchi *et al.* (2007) evidenciaram que a incidência de carnes pálidas e com propriedades funcionais prejudicadas é maior no verão, demonstrando a influência do calor para a ocorrência da baixa qualidade em carne de frangos.

As temperaturas, tanto baixas como elevadas, causam alterações na produção animal e podem refletir sobre a qualidade do produto final. De acordo com Ponciano *et al.* (2011), animais mantidos nas suas zonas de termoneutralidade evitam o desperdício de energia metabólica contida na ração fornecida, pois praticamente não há gastos para a manutenção da temperatura corporal. Por esta razão, é fundamental o controle do clima no ambiente de produção para que as aves mantenham suas funções fisiológicas em estado normal e produzam de forma satisfatória. Um dos maiores desafios para a indústria de carnes é oferecer produtos padronizados com aparência, textura e sabor agradáveis e estáveis durante toda a vida útil desses produtos, com inocuidade e o menor custo possível (BROSSI *et al.*, 2009).

2.3 **Ambiência em galpões de criação de frangos de corte**

O Brasil é um país de clima tropical e em diversas regiões é comum encontrarmos, devido à elevada radiação solar, altas temperaturas e umidade relativa do ar na maior parte do ano. Devido à sua grande extensão e localização, cada região brasileira sofre a influência de vários sistemas e fenômenos atmosféricos diferenciados (LOPES *et al.*, 2011). Bueno e Rossi (2004) ressalta que, tratando-se de Brasil e de um clima tropical, verifica-se que, na grande maioria das regiões produtoras, os problemas com estresse térmico são grandes.

Outro agravante desta situação é a condição climática brasileira, que é caracterizada por elevada temperatura e umidade relativa em boa parte dos meses, limitantes para o aumento da produtividade no lote (FURLAN, 2006). Assim, nos climas tropical e subtropical, é indispensável o estudo das características ambientais de cada região (WELKER *et al.*, 2008).

Desta forma, o entendimento da interação entre os animais e o ambiente em que estão inseridos deve ser levado em conta quando se busca maior eficiência na produção. Segundo Nääs (1998), as construções rurais em clima tropical têm um desafio maior do que as de clima temperado, por ter que lidar com as altas temperaturas e umidades relativas que frequentemente ocorrem. Para obtenção de ótimo desempenho produtivo é preciso levar em consideração a interação entre o animal e o ambiente, a fim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos seja o menor possível (ZEFERINO, 2013).

É preciso compreender como a extensão ou a intensidade do estresse pode originar respostas tão variáveis, efeitos e consequências tão distintos e, com isso, prevenir ou contornar os possíveis problemas e prejuízos na qualidade da carne (BROSSI *et al.*, 2009). Neste contexto, a ambiência animal se destaca como ciência que faz o monitoramento de inúmeras variáveis ambientais e as relaciona com os dados de produtividade dos animais, a fim de detectar um ambiente propício para o melhor desempenho.

2.3.1 **Ambiência na produção de aves**

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 (ruídos), conforto visual (iluminação, reflexos, sombras), conforto social (etologia) e conforto aéreo (poluição do ar e gases). A ambiência exerce grande influência na adaptação do animal ao ambiente no qual se encontra inserido (SILVA; VIEIRA, 2010).

Dentre os fatores ambientais, os que caracterizam o ambiente térmico estão entre aqueles de maior influência sobre a produtividade animal e diante disso é fundamental o conhecimento das condições climáticas do local da edificação, ou agentes ambientais, para o planejamento e execução de um projeto (JENTZSCH *et al.*, 2011). As variáveis apontadas como mais importantes na ambiência são temperatura e umidade relativa do ar. Porém, existem outras variáveis ambientais que são fundamentais para o sucesso da produção agrícola, dentre elas: luminosidade, radiação solar, velocidade do vento, quantidade de CO₂, quantidade de gases no ar (amônia), etc. Se mal controladas, estas variáveis podem se tornar fator limitante à produção. Apesar de temperatura e umidade do ar serem as variáveis mais analisadas quando se trata de conforto ambiental para produção comercial de frangos de corte, existem outros fatores que são relevantes para se analisar o conforto nos galpões, tais como a iluminância, a concentração de gases, a quantidade de poeira e microorganismos, etc. (PONCIANO *et al.*, 2011).

Para haver um melhor controle do ambiente é necessário que este seja protegido, coberto, para que as variáveis possam ser controladas e seja formado um microclima com condições mais propícias ao desenvolvimento dos animais. Também, os ambientes protegidos ajudam na proteção contra intempéries, ataques de insetos, predadores, barreira contra doenças, etc. Em galpões de criação o controle das variáveis ambientais é possível, porém dentro de certos limites, se manejadas corretamente.

As instalações zootécnicas devem ser constantemente monitoradas para averiguar se possibilitam conforto aos seus usuários. Caso sejam verificados problemas, esses devem ser corrigidos para melhorar as condições de criação e reduzir os impactos negativos do clima, sempre visando proporcionar um melhor ambiente aos animais. Assim, as modificações do ambiente são fundamentais.

Um dos fatores que mais vai influenciar na produtividade é o local onde as aves ficarão alojadas. O ambiente do sistema de criação intensivo possui influência direta na condição de conforto e bem-estar animal, promovendo dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo das aves (NAZARENO *et al.*, 2009).

A criação em confinamento associada a instalações inadequadas fazem com que os animais não expressem todo seu potencial genético. Por isso, os galpões devem ser um ambiente bem projetado para que as aves permaneçam em um ambiente que favoreça o seu máximo desempenho. Broom e Molento (2004) relatam 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. Se o bem-estar de um animal é pobre devido às instalações inadequadas, isto é pior que um evento doloroso de curta duração, pois vai ser prolongado durante toda a vida deste animal.

Vieira (2008) diz que os animais inseridos em um sistema de criação industrial sofrem com a elevada densidade, que dificulta qualquer ajuste, para equilibrar-se ao ambiente de criação, por parte do animal. A densidade de criação é ainda mais importante para linhagens de alto desempenho, que possuem exigências diferenciadas de manejo e nutrição (PILECCO *et al.*, 2011). Porém, além das instalações por vezes serem mal projetadas, a temperatura na maior parte do Brasil tende a ser muito elevada. Assim é importante que estes animais sejam alojados em ambientes que torne possível o balanço térmico (RUTZ, 1994).

As instalações devem ser projetadas para favorecer a genética do animal. Os animais só conseguem expressar seu máximo desempenho quando inseridos em um ambiente favorável. Assim, sua produtividade pode estar ligada aos princípios de conforto térmico, diretamente relacionados ao microclima das instalações (FURTADO *et al.*, 2011). Geralmente as instalações são construídas com pouco estudo prévio, sem que seja estudado o clima do local da construção, sem que sejam escolhidos materiais construtivos adequados para cada clima, sem levar em conta características dos usuários, que são os animais. Os materiais construtivos podem auxiliar a manter as instalações agrícolas com uma temperatura mais confortável, reduzindo o estresse térmico em seus usuários. A preocupação com instalações rurais adequadas deve estar presente nos projetos construtivos, pois animais inseridos em um ambiente confortável, geralmente, têm uma melhor resposta produtiva.

As condições climáticas são as que mais diretamente afetam as aves por comprometer a manutenção da homeotermia, que é uma função vital (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Além de levar em conta, para o planejamento das instalações zootécnicas, o bem-estar dos animais, deve-se levar em conta o conforto das pessoas que vão trabalhar nas instalações, pois os dois vão influenciar na produção.

Na avicultura brasileira, os fatores climáticos ainda são, em geral, pobremente manipulados e gerenciados, assim o microambiente das instalações avícolas nem sempre é

compatível com as necessidades fisiológicas das aves (ZEFERINO, 2013). E este fato é preocupante, uma vez que uma instalação zootécnica bem planejada e executada oferece um ambiente propício para o melhor desenvolvimento dos animais. Quando os animais estão em conforto, produzem melhor e as perdas são reduzidas.

Atualmente, aperfeiçoar a produção e reduzir as perdas é mais importante que aumentar a produção. As perdas acontecem em pequenas partes durante toda a produção, por isso parecem poucas e é difícil seu controle e sua contabilidade. Silva e Vieira (2010) ressaltam a importância de monitorar as perdas, quando afirmam que as perdas produtivas são cada vez mais contabilizadas no sentido de reduzir os prejuízos e, conseqüentemente, aumentar a rentabilidade. A avicultura tem crescido bastante nos últimos anos, tem se modernizando e alcançado posição de destaque na produção brasileira. Para que este setor continue obtendo progresso e seja cada vez mais competitivo é necessário que a produção seja maximizada e as perdas reduzidas. E a ambiência deve ser a aliada dos produtores na busca por melhorias na produção, uma vez que o controle dos seus fatores pode causar reflexo imediato na produção de frangos de corte.

A avicultura brasileira sempre foi diferenciada da avicultura de outros países produtores, justamente pelo seu diferencial de clima e tipologia de aviários abertos, que sempre colocaram o Brasil em uma situação vantajosa, comprovada pelos resultados de desempenho e bem-estar das aves, qualidade do ar das instalações e estado sanitário dos lotes (ABREU; ABREU, 2011). Entretanto, esses autores ainda relatam que muitas vezes modelos de galpões e tecnologias oriundas de países com condições climáticas, econômicas e culturais bastante diferentes das condições brasileiras são introduzidas no Brasil.

Bueno e Rossi (2004) relatam que os aviários implantados no Brasil apresentam forte influência da indústria de equipamentos existentes nos países de clima temperado como Estados Unidos da América e países da Europa e esse 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. Abreu e Abreu (2011) destacam que as instalações inadequadas fazem com que sejam feitas adaptações nessas tecnologias por meio de tentativas até bem criativas, mas que várias vezes não apresentam os resultados esperados, levando a frustrações pelos investimentos realizados e tempo consumido com essas tarefas. Ponciano *et al.* (2011) resalta que o funcionamento dos sistemas de climatização, que são acionados indevidamente, causam desperdício de energia elétrica.

As instalações zootécnicas não devem ser copiadas de outras regiões. Cada instalação deve ser pensada para o local onde vai ser construída e levando em conta a espécie que vai acomodar. As instalações devem necessitar o mínimo possível de correções e devem ter climatização mínima. As correções e adaptações podem ser caras e nem sempre trazem o retorno esperado. Além do que, a climatização tem alto custo e por necessitar de aparato tecnológico, faz com que as instalações fiquem dependentes de mais energia elétrica e menos dependente do controle do homem. A climatização deve ser usada em último caso, para corrigir falhas das construções. Apesar da existência de tecnologia nas instalações totalmente climatizadas, somente pequena parcela dos produtores as utiliza devido à necessidade de elevado investimento (ZEFERINO, 2013).

Alguns fatores vão influenciar de maneira mais direta a ambiência nas instalações zootécnicas.

2.3.1.1 Orientação das instalações

A posição como os galpões serão construídos deve ser bem pensada, pelo fato de não poder ser mudada depois de construído e porque vai refletir diretamente na quantidade de ventilação e luminosidade que vai incidir no interior dos galpões. Dependendo dessa orientação o ambiente vai ter a maior parte dos raios solares incidindo dentro dos galpões ou pode ter a radiação incidindo predominantemente em cima dos galpões, no teto.

A orientação mais recomendada é a leste-oeste, pois segundo Lima *et al.* (2009) há uma maior incidência de calor radiante, provinda do sol, concentrada sobre o telhado nessa orientação. Sendo assim, o ambiente vai sofrer menos com as altas temperaturas.

Apesar de a orientação no sentido leste-oeste ser considerada a mais recomendada por evitar altas temperaturas dentro das instalações, em alguns lugares é recomendado que os galpões estejam em uma orientação diferente. Em locais mais frios, onde chove muito, onde há altos valores de umidade relativa do ar é interessante que os raios solares incidam de forma mais direta no interior dos galpões para auxiliar na redução do excesso de umidade e evitar a proliferação de fungos nas instalações zootécnicas.

2.3.1.2 Ventilação

Ainda dentro do ambiente do galpão, a qualidade do ar é fundamental, pois o ar é a fonte onde está o oxigênio, tão vital para o metabolismo das aves. Quando o ar não está adequado pode causar problemas e influenciar o bem-estar dos animais. Segundo Guahyba (2000), gases poluentes como amônia e gás sulfídrico agem poluindo e alterando as características ideais do ar, aumentando a susceptibilidade às doenças respiratórias, podendo causar prejuízos produtivos.

Para que não haja concentração de gases (produzidos pelas excretas das aves) dentro dos galpões, é necessário que estes contem com uma boa ventilação. Além de ajudar na respiração das aves a ventilação pode influenciar o mecanismo de homeostase das mesmas. A ventilação é um meio eficiente de reduzir a temperatura dentro das instalações avícolas e de renovar a oxigenação do ambiente, por aumentar as trocas térmicas de convecção (SEVEGNANI *et al.*, 2001). Silva (2000) relata, também, a importância da ventilação nas trocas térmicas por evaporação e conseqüentemente está associada de forma direta ao grau de conforto térmico dos animais (SILVA, 2000). Caso a ventilação natural não seja suficiente para reduzir os efeitos das altas temperaturas, reduzir a umidade relativa do ar e retirar o excesso de gases do interior dos galpões, deve ser instalado um sistema de ventilação artificial. Para Ronchi (2004), a falta de ventilação pode ocasionar aumento da umidade relativa do ar, aumento na concentração de gases tóxicos como amônia e dióxido de carbono, aumento na concentração de poeira e baixa concentração de oxigênio disponível.

A instalação de ventiladores dentro de aviários é uma maneira de corrigir erros construtivos ou melhorar o clima dos galpões, já que a ventilação necessária e adequada não é conseguida de forma natural. Porém, os ventiladores devem manter uma ventilação adequada, sem perder potência, durante o ciclo de criação das aves. Instalações com o pé-direito alto interceptam maiores quantidades de vento e tem maior circulação de ar, que favorece o conforto térmico dos usuários.

Diante dos problemas ocasionados pela má qualidade do ar, torna-se necessário o manejo adequado da ventilação mínima, natural ou mecânica, visando evitar concentrações de gases indesejáveis dentro do aviário; entretanto, deve-se atentar à perda de calor, principalmente na fase inicial de vida das aves (VIGODERIS *et al.*, 2010).

2.3.1.3 Umidade relativa do ar e conforto térmico

A literatura tem priorizado a temperatura como variável ambiental de maior importância na manutenção da homeotermia dos animais. Entretanto, dependendo da espécie animal, os efeitos da temperatura podem ser secundários. As aves podem perder calor através do calor sensível e calor latente. As trocas de calor sensível podem acontecer por condução, convecção e radiação e acontecem em função do gradiente de temperatura: animal e ambiente. Abreu e Abreu (2011) apontam que através dos processos de troca de calor sensível as aves podem perder até 70 % de calor extra produzido por meio desses processos, mas a velocidade de perda é influenciada pela temperatura ambiental.

As perdas de calor latente dependem mais das necessidades de liberação de calor por parte do animal, que dá pressão de vapor do ambiente. As trocas de calor latente podem ocorrer através da evaporação e da condensação. Nas aves as trocas de calor por evaporação assumem um papel muito importante, já que estas aves praticamente não possuem glândulas sudoríparas e dependem das vias respiratórias para realizar essas trocas. O excesso de calor faz com que o suor secretado pelo trato respiratório seja convertido em vapor, que é quando ocorre a liberação de calor para o ambiente através da mudança de estado da água, que passa de líquida para vapor.

Silva (2000) relata que para muitas espécies animais os efeitos da temperatura dependem do nível de umidade relativa do ar e que a importância da umidade atmosférica é tanto maior quanto mais o organismo depende de processos evaporativos para a termorregulação, pois as perdas de calor por evaporação são maiores em situação de estresse térmico por calor e ficam prejudicadas quando a umidade do ambiente está elevada.

Brossi *et al.* (2009) afirmam que a melhor ferramenta de dissipação de calor utilizada pela ave é a hiperventilação (aumento da taxa respiratória) e esse processo remove aproximadamente 540 calorias por grama de água perdida pelos pulmões, pois necessita de grande esforço das aves e a morte pode ocorrer rapidamente por exaustão, principalmente em aves mais pesadas.

Por estes motivos, tão importante quanto à temperatura é o controle da umidade relativa do ar. Esta é uma variável de difícil controle e de extrema importância para as aves. Aves sob temperatura ambiente elevada aumentam a perda de calor por evaporação na tentativa de manter a homeotermia (MARCHINI *et al.*, 2007).

A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. 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

(PONCIANO *et al.*, 2011). Abreu e Abreu afirmam que as aves podem “abrir o bico” em resposta a altas temperaturas, isto é, elas podem incrementar a taxa de respiração e a área interna por onde o ar passa, a fim de aumentar a dissipação de calor por evaporação (ABREU; ABREU, 2011). Ainda segundo este autor, nesse momento a umidade relativa do ar assume grande importância, já que a quantidade de calor perdida depende da diferença entre a pressão de vapor aquoso na superfície de evaporação do ar, assim como da velocidade do ar em movimento sobre a superfície úmida.

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 (TRINDADE *et al.*, 2007).

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). O frango de corte é um animal geneticamente modificado para ter rápido crescimento e, de acordo com Laganá (2005), as modificações genéticas intensas destes animais resultaram em animais com metabolismo mais acelerado e com uma capacidade termorreguladora deficiente para enfrentar condições de altas temperatura e umidade. Estes fatos demonstram que os animais selecionados para alto desempenho não são tão adaptados ao ambiente em que vivem como eram seus antepassados (CLASSEN, 2000).

O controle da umidade dentro dos galpões é dificultado pelo uso de nebulização nos galpões. Os problemas decorrentes do mau uso dos processos de climatização de galpões de criação de frangos de corte têm ocasionado perdas consideráveis durante todo o processo de criação das aves. Em situações em que há, por exemplo, o manejo incorreto da intermitência do sistema de nebulização, influenciando diretamente o microclima interno do galpão, pode ocorrer desde diminuição do ganho de peso diário até a mortalidade do lote. A nebulização é utilizada para ajudar na redução da temperatura das aves, que são animais que exigem baixas temperaturas na fase final de sua criação. Porém, o excesso de nebulização pode causar estresse por frio, encharcar as penas dos animais, molhar demasiadamente a cama das aves, gerando desconforto aos animais, atrapalhar a respiração das aves e causar doenças.

Em Silva (2000) temos que a existência de uma capa de cobertura (penas, velo ou pelame) nos animais acarreta diversas complicações no processo evaporativo, pois a umidade

cutânea proporcionada pelo suor é evaporada da superfície da epiderme inclusive sob o pelame, mas essa evaporação não é tão eficiente como a que ocorre 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.

O controle da umidade relativa do ar é pior em locais de clima frio. Em ambientes quentes, caso mais comum em regiões tropicais tanto a baixa umidade, quanto a elevada podem ser danosas. Em Silva (2000), temos que em ambientes quente e seco a evaporação ocorre rapidamente e pode causar irritação cutânea e desidratação geral e em ambiente quente e muito úmido, a evaporação se processa lentamente, reduzido 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.

Por causar tantos efeitos no conforto térmico e produtividade dos animais, a umidade relativa do ar é usada no cálculo da maioria dos índices de conforto térmico existentes.

2.4 Índices de conforto térmico

Os índices de conforto térmico auxiliam na avaliação dos ambientes. Os índices de conforto 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. Identificar as zonas de conforto térmico adequadas às diferentes espécies de animais minimizam os danos produtivos. Os índices 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 pode estar causando no mesmo.

É interessante que os índices de conforto sejam fáceis, práticos e diretos. As variáveis usadas para o cálculo devem ser de fácil acesso, conseguidas com equipamentos simples e de forma rápida. Hoje alguns índices tem interesse meramente histórico, são usados somente no meio acadêmico ou entraram em desuso por conter variáveis difíceis de se conseguir até para pesquisadores.

O desenvolvimento dos índices de conforto térmico deve levar em conta os fatores meteorológicos mais importantes para a criação da espécie animal avaliada e ressaltar o peso

que cada fator possui dentro desse índice, conforme sua importância para cada espécie. Cada variável tem um peso diferente dependendo do animal.

Há uma dificuldade crucial na utilização dos índices de conforto que é encontrar na literatura os limites de conforto e de estresse de cada espécie. Estes limites são difíceis de ser adquiridos, pois requerem estudos com os animais em cada fase do seu desenvolvimento para avaliar os limites que toleram. Cada animal tem uma zona de conforto e esta varia de acordo com a fase de desenvolvimento do animal. A maioria das espécies não tem esses limites definidos. Frangos de corte são uma espécie amplamente estudada por sua importância na alimentação e economia mundial, então na literatura esses limites já são conhecidos, como é possível observar na Tabela 3.

Tabela 3 – Limites 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).

Como no exemplo de frangos de corte, as faixas de conforto são variáveis e devem ser calculadas por fases da vida do animal. Isso deve ser feito porque as respostas dos animais ao estresse térmico são fisiológicas e comportamentais e variam de espécie para espécie e conforme o tamanho do animal. Segundo Tinôco (1998), um ambiente é considerado confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 16 a 23 °C e umidade relativa do ar de 50 a 70 %. Entretanto, dificilmente estes valores são encontrados em condições comerciais de produção, sobretudo no verão.

Algumas espécies de animais têm mais de um índice que pode ser utilizado para o cálculo do seu índice de conforto. O Índice de temperatura e umidade (ITU) foi proposto por

Thom (1958) e inicialmente era usado para humanos. Segundo Silva (2000) este índice passou a ser usado para descrever o desconforto térmico de animais desde que pesquisadores associaram significativas quedas na produção de leite de vacas, associadas a aumentos no valor de ITU. O ITU pode ser calculado pela Equação 1:

$$ITU = t_{bs} + 0,36.t_{po} + 41,5 \quad (1)$$

Onde:

t_{bs} é a temperatura de bulbo seco, em °C;

t_{po} é a temperatura de ponto de orvalho, em °C.

Valores de ITU igual a 70 ou menos indica condição normal ou não estressante, valores entre 71 e 78 demonstram uma condição crítica e valores entre 79 e 83 indica condição de perigo para os animais. Este índice pode ser usado para animais domésticos em geral e apenas para vacas leiteiras.

Outro índice de conforto que pode ser usado para frangos de corte é o Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), que foi desenvolvido por Buffington *et al.* (1981). Esse índice utiliza a temperatura de globo negro (T_{gn} , em K), que necessita dos valores de temperatura de bulbo seco (t_{bs}), umidade relativa do ar (UR), velocidade do ar (V) e a radiação solar para seu cálculo. O ITGU pode ser calculado de acordo com a Equação 2:

$$ITGU = t_{gn} + 0,36.t_{po} - 330,08 \quad (2)$$

Onde:

t_{gn} é a temperatura de globo negro, em K;

t_{po} é a temperatura do ponto de orvalho, em K.

Esse é um índice mais completo que o ITU em condições ambientais onde a radiação solar e a velocidade dos ventos são elevadas.

Segundo Damasceno *et al.* (2010) outro parâmetro importante para a avaliação da condição ambiental é a Carga térmica de radiação (CTR), que pode ser determinada pela Equação 3:

$$CTR = \sigma \cdot 100^4 \cdot \left[2,51 \cdot \sqrt{V} \cdot (tgn - tbs) + \left(\frac{tgn}{100} \right)^4 \right] \quad (3)$$

Onde:

σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$);

V é a velocidade do ar, em m s^{-1} ;

tbs é a temperatura de bulbo seco do ar, em K.

Porém dentre estes índices a entalpia é a mais recomendada e utilizada atualmente para o cálculo do conforto de frangos de corte.

2.4.1 Índice Entalpia de Conforto (IEC)

A Entalpia é a quantidade de energia interna em relação a um ponto de referencia. A equação da entalpia (H) foi proposta por Albright (1990) e calculada pela Equação 4:

$$H = 1,006 \cdot tbs + w \cdot (2501 + 1,805 \cdot tbs) \quad (4)$$

Onde:

tbs é a temperatura de bulbo seco do ar, em $^{\circ}\text{C}$;

w é a razão de mistura, em $\text{kg vapor de água} \cdot \text{kg ar seco}^{-1}$;

Esse índice foi muito importante para o estabelecimento de dias críticos, onde há elevado desconforto térmico. Esta primeira equação proposta da entalpia não leva diretamente em sua estrutura a variável umidade relativa do ar (UR).

A fórmula da entalpia (h) foi reformulada por Barbosa Filho *et al.* (2007b) e passou a considerar em sua fórmula as variáveis Tbs ($^{\circ}\text{C}$) e UR (%), como pode ser visto na Equação 5:

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

Onde:

t_{bs} é a temperatura de bulbo seco do ar, em °C;

UR é a umidade relativa do ar, em %.

A entalpia que diz respeito à quantidade de energia presente no ambiente e leva em conta a temperatura e a umidade relativa do ar (MOURA *et al.*, 1997). Essa fórmula da entalpia utiliza índices simples e fáceis de serem conseguidos, o que tornou o uso desse índice viável.

Com base no cálculo do índice indicador de conforto térmico Entalpia, Barbosa Filho (2008) criou as tabelas de avaliação prática da entalpia. As Tabelas de Entalpia foram desenvolvidas para consolidar a utilização do índice de conforto térmico Entalpia (H) para se proceder à avaliação de ambientes internos de criação de frangos de corte, visando principalmente a sua facilidade de uso e levando em consideração a funcionalidade e aplicabilidade. De acordo com Barbosa Filho *et al.* (2007b) as Tabelas de Entalpia fornecem, de um modo rápido, uma ideia de como está o ambiente interno em um determinado galpão de criação de frangos de corte, em um 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.

As tabelas são divididas em 4 faixas: a de conforto (faixa verde), a intermediária (faixa amarela), a crítica (faixa laranja) e a letal (faixa vermelha). Os valores inclusos nestas faixas são dependentes dos limites inferior e superior de conforto do índice em questão. Limites estes que são determinados com base no desenvolvimento das aves, ou seja, baseados em cada semana do seu ciclo de criação. Como dito anteriormente, a zona de conforto das aves se modificam a cada semana. Assim, a entalpia deve ser calculada para cada semana de vida de frangos de corte. E cada para cada semana existe uma tabela diferente.

Ao longo dos anos a fórmula da entalpia continuou a ser estudada e aperfeiçoada. Rodrigues *et al.* (2010) reformularam a equação da entalpia. A nova fórmula pode ser vista na Equação 6:

$$h = 1,006.t + \frac{UR}{PB} \cdot 10^{\left(\frac{7,5.t}{237,3+t}\right)} \cdot (71,28 + 0,052.t) \quad (6)$$

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.

A fórmula de Rodrigues *et al.* (2010) tem vantagem em relação a variável de entrada, temperatura e umidade relativa do ar, que são de fácil aquisição. A nova fórmula teve a variável pressão barométrica acrescentada em sua equação. Segundo Chu (2008) e Chu *et al.* (2005), citado por Rodrigues *et al.* (2010), estas propriedades são fundamentais para o cálculo correto do Índice de Conforto Térmico e para o conhecimento das condições termorregulatórias dos animais e são uma variável direta para se projetar sistemas de condicionamento térmicos.

2.5 Cama das aves

A cama é o lugar onde as aves vão passar toda a sua vida, portanto deve fornecer o conforto necessário as aves. A cama para aviários apresenta grande impacto na qualidade e na produtividade do frango de corte, sendo um item de importância fundamental para o manejo de galpões em sistemas de produção avícola (CARVALHO *et al.*, 2011). Baracho *et al.* (2013) falam que as condições do ambiente interno de aviários podem ser afetadas pela qualidade da cama, que consiste em uma cobertura que varia de 5 a 10 cm de espessura, disposta sobre o piso do galpão. O ambiente térmico dos galpões pode ser modificado pela cama das aves, pois como observaram Furtado *et al.* (2010) a qualidade do ar e a temperatura interna dos galpões podem ser afetadas, pois a emissão de amônia é muito influenciada pela temperatura, pH da cama e velocidade do ar. Caso a cama esteja a uma temperatura muito elevada irá liberar muito calor para o ambiente e contribuir com o estresse térmico das aves.

A cama das aves deve ter algumas características fundamentais como a maciez, para evitar que o pé das aves crie calos e no peito das aves, que estão sempre em contato com a cama, deve ser sequinha e ajudar na absorção correta da umidade, para evitar a proliferação de fungos nas instalações e para absorver de forma eficiente as excretas das aves, de forma a evitar o excesso de amônia no ar. Outra característica que a cama deve ter é ser um bom isolante térmico para evitar que as aves sofram com o calor quando estão em contato com o substrato, já que as aves costumam deitar na cama para trocar o calor do seu corpo. O

excesso de luminosidade pode causar um aquecimento maior no interior dos galpões, esquentar a cama das aves e gerar desconforto aos animais, pois estes tendem a ficar em contato com a cama, para promover a troca do excesso calor dos seus corpos através da condução.

Existem muitos materiais que podem ser usados nas camas, como raspas de madeira, casca de arroz, bagaço de cana, sabugo e palha de milho triturados, etc. Baracho *et al.* (2013) acrescentam que os materiais utilizados como cama costumam variar de acordo com a disponibilidade de material de cada região. A cama das aves, por necessitar de grandes quantidades de material, tem um grande custo e para evitar que esse custo elevado seja contabilizado a cada lote de animais a cama é reaproveitada.

Carvalho *et al.* (2011) salientam que a reutilização da cama na produção de frangos de corte é uma prática adotada para reduzir custos e aumentar a quantidade de nutrientes presentes na cama, para posterior utilização como biofertilizante na agricultura, também é uma forma de estabilizar ou diminuir o impacto ambiental, ao reduzir a quantidade de camas por ave produzida. Entretanto, para que a cama possa ser reaproveitada, ela deve ser bem manejada durante o ciclo de criação das aves, para que tenha suas características preservadas e não cause problemas para os lotes seguintes. Baracho *et al.* (2013), observaram em experimento, que galpões com cama reutilizada tiveram aumento da temperatura da cama, o que pode levar a condições mais estressantes para as aves.

Alguns locais da cama podem vir a acumular mais umidade que outros e nestes locais o substrato da cama de ser adicionado de substrato seco e revolvido. Em uma observação plena de perspicácia, Baracho *et al.* (2013) ressaltam que a cama de frango, por ser um ambiente com alta concentração de material orgânico, pode ser considerada como substrato para o desenvolvimento de fungos, como o gênero *Aspergillus*, que pode produzir micotoxinas e induzir a perdas na produção. A redução da umidade nesse local vai fazer com que a proliferação de fungos seja menor. Os fungos e bactérias quando estão acumulados em determinados locais e quando tem ambiente propício, com alta umidade e elevada temperatura, podem se reproduzir de forma intensa e causar prejuízos a produção.

Uma forma de desinfetar a cama das aves para reaproveitar é fazer a fermentação da cama. Porém, essa tem sido uma prática cada vez menos usada, pois as granjas necessitam que os galpões fiquem o mínimo de tempo parados para que recebam os lotes seguintes. Para que a fermentação seja eficiente e consiga matar os patógenos é necessário um tempo de no mínimo 8 dias de fermentação segundo Martins, Poletto e Hotzel. (2013) e nem sempre as

granjas tem esse tempo disponível para deixar o galpão sem funcionamento. Outro fator que contribui para que a fermentação não seja feita é a necessidade de muitos funcionários disponíveis para revolver e amontoar a cama das aves, além da necessidade de maquinário apropriado. Lucca *et al.* (2012) assinalam bem que a dificuldade de conseguir cama aviária de qualidade a baixo custo, tornou-se um problema enfrentado pelos produtores que sentem a necessidade de alojar vários lotes na mesma.

2.6 Etologia

Vários fatores influenciam no desempenho produtivo das aves e a criação em confinamento, quando associada a instalações inadequadas faz com que os animais não se sintam confortáveis para expressar seus comportamentos naturais. É importante a avaliação do comportamento dos animais, pois esta é uma das formas de se avaliar o conforto e o bem-estar dos mesmos. Assim, de acordo com Paranhos da Costa (1987), o estudo do comportamento animal, etologia, assume papel importante dentro da produção animal e pode mostrar o caminho para a racionalização da criação animal, principalmente em sistema intensivos de produção. A Etologia é o ramo da ciência que trata da abordagem biológica no estudo do comportamento animal e quando este estudo é dirigido aos animais de produção nos referimos a Etologia Aplicada (PARANHOS DA COSTA, 2006).

A análise do comportamento dos animais fornece ideia se eles estão em uma situação de conforto ou de estresse. Através dessa análise, é possível fazer ajustes na criação, para que os animais tenham mais conforto e boa produção. Não existe uma única medida de bem-estar, o mesmo é um conjunto de fatores. De acordo com Campos (2000), o conceito de bem-estar é amplo, complexo e subjetivo, pois o que é bom para uns é ruim para outros, não se chegando a conclusões sobre a interpretação real das necessidades de bem-estar. O bem-estar de um animal pode ser avaliado de diversas formas, avaliando sua produtividade, saúde, o comportamento dos animais, etc.

Segundo Watanabe (2007), como não se trata apenas de bem-estar físico, mas também psicológico, a compreensão dos sentimentos e sensações através do comportamento é um passo importante para a melhoria. Graves (1982) conceitua o comportamento animal como "uma janela entre o organismo vivo e o exterior".

Para Mench (1992) o comportamento é um fenômeno complexo, pois ocorre tanto em indivíduos isolados como em grupos, sendo controlado através de mecanismos

neurobiológicos e hormonais. Campos (2000) sugere que o comportamento das aves em uma população é diferente em criação à solta, ou a criação em semi-confinamento até o confinamento total. O autor, ainda, relata que avicultores e pesquisadores procuram as condições ideais para que as aves tenham o melhor desempenho, porém o grande problema é associar o comportamento das aves, com as necessidades de bem-estar e o desempenho econômico.

Assim, de acordo com Paranhos da Costa (1987), o estudo do comportamento animal, etologia, assume papel importante dentro da produção animal e pode mostrar o caminho para a racionalização da criação animal, principalmente em sistema intensivos de produção.

A análise do comportamento das aves é um indicativo de bem-estar animal e será avaliado para posterior comparação com a produtividade das aves. Todavia, esta não deve ser uma medida isolada para a melhoria da produção, várias medidas devem ser tomadas simultaneamente.

2.6.1 Alterações no comportamento de frangos de corte devido ao estresse por calor

O organismo das aves possui mecanismos para reagir ao estresse térmico. E uma das reações das aves que merece destaque são as alterações dos comportamentos, para tentar equilibrar a temperatura do corpo e garantir a sobrevivência. De acordo com Borges, Maiorka e Silva (2003), quando expostas ao calor as aves tem uma resposta fisiológica, que é a vasodilatação periférica, onde conseguem aumentar a sua área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. Internamente, a corrente sanguínea é desviada de órgãos como fígado, rins e intestinos para a circulação periférica, permitindo melhor troca de calor (BROSSI *et al.*, 2009).

As aves expõem maior área do corpo e eriçam as penas para que o vento passe com maior facilidade pelo seu corpo e atinja uma maior extensão dele. A circulação do ar entre as penas ajuda a resfriar o corpo dos frangos de corte através de perdas de calor evaporativo. Além de esticar as asas as aves também costumam esticar as pernas, na tentativa de as expor a ventilação.

Outra forma que a ave tem de perder calor é com o aumento da produção de urina e aumentar o consumo de água na tentativa de resfriar o corpo.

2.7 Geoestatística na ambiência animal

Guimarães (2004) considera que métodos clássicos de análise estatística de dados geralmente supõem que, as realizações das variáveis aleatórias são independentes entre si, ou seja, que observações vizinhas não exercem influências umas sobre as outras. Ainda, segundo esse autor, fenômenos naturais se apresentam frequentemente com certa estruturação nas variações entre vizinhos, desta forma pode-se dizer que as variações não são aleatórias e, portanto, apresentam algum grau de dependência espacial e a análise espacial de dados se apresenta como uma alternativa e/ou como uma complementação da análise clássica de dados, sendo que este tipo de análise considera as correlações entre as observações quando se faz estimativas.

Quando uma variável difere de um local para outro com algum grau de continuidade, expresso pela dependência espacial, a geoestatística possibilita uma visão espacial útil ao planejamento e ao controle das informações do ambiente de produção, permitindo a interpolação por meio da krigagem, apresentando a vantagem de fornecer mapas de isolinhas precisos (VIEIRA, 2000). Os mapas de variabilidade espacial de dados revelam que a análise de um único ponto de medição deve ser feita com cautela, para que um valor sub ou superestimado não seja relatado como uma condição representante do fenômeno em estudo (MILES; ROWE; OWENS, 2008).

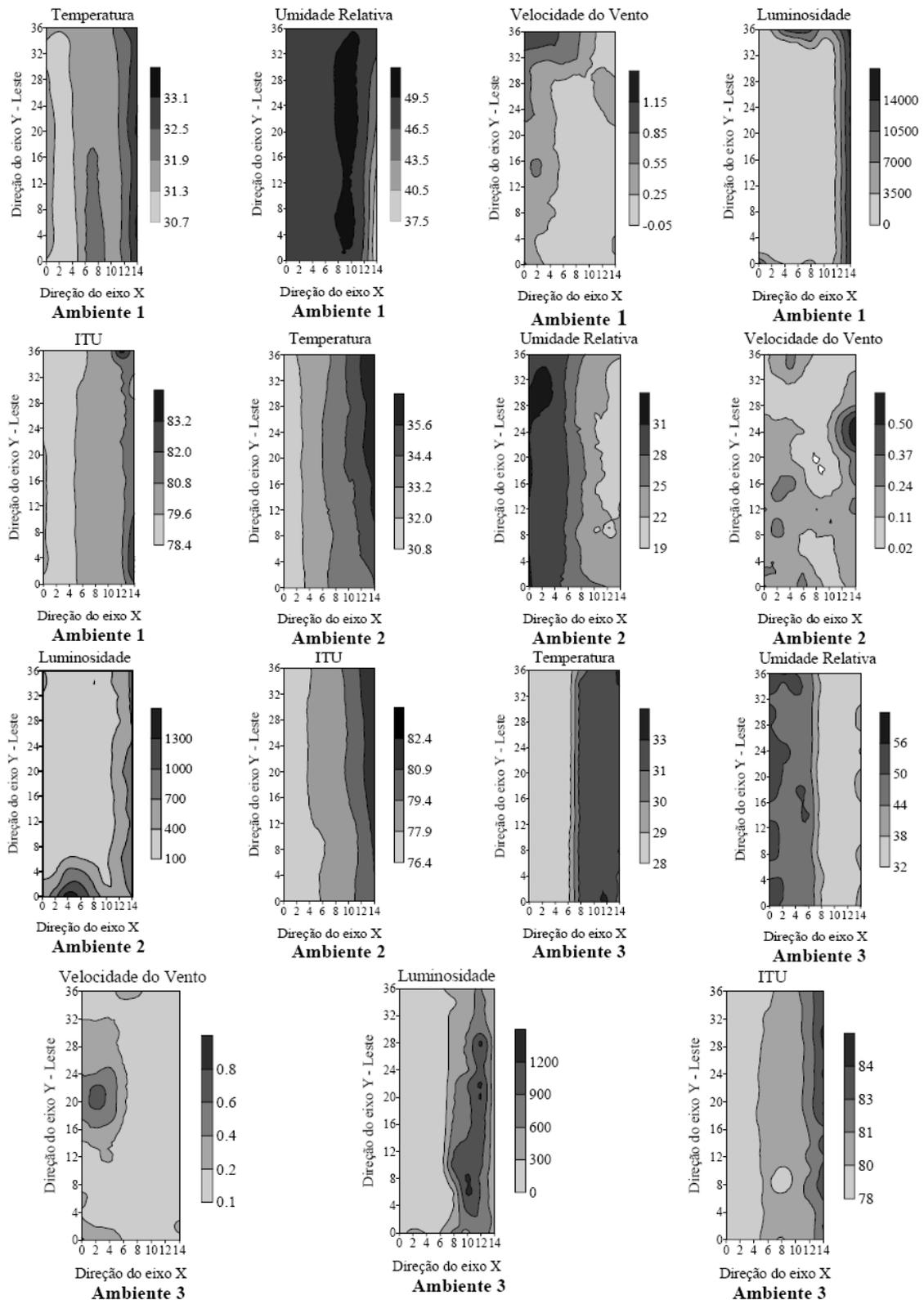
Conhecer mais sobre o ambiente interno dos galpões é de extrema importância para os produtores, pois sua compreensão ajuda a evitar perdas, relacionadas ao estresse térmico, durante o período de criação das aves. Faria *et al.* (2008) assinalam que conhecer a variabilidade espacial do microclima de galpões de confinamento é um fator indispensável, e atributos como luminosidade e ventilação natural influenciam no comportamento, no bem-estar e na produtividade dos animais confinados. A geoestatística, representada pelos Mapas de krigagem podem ser uma ferramenta muito importante para a interpretação da ambiência em galpões, pois os mapas são uma ferramenta de fácil interpretação. Vários trabalhos utilizando a geoestatística na ambiência animal tem sido feitos no Brasil nos últimos anos e estes trabalhos tem gerados resultados satisfatórios.

Um ponto importante quando se faz a análise geoestatística é definir quantas amostras devem ser utilizadas para a análise. As amostras vão auxiliar na precisão e confiabilidade dos mapas gerados. Guimarães (2004) relata que alguns autores recomendam que sejam utilizados pelo menos 100 pontos amostrais, entretanto isso não é regra e sim

recomendação, pois existem trabalhos com bons resultados de ajuste de semivariogramas usando 45 pontos de amostragem. Esse autor ainda fala que quanto maior o número de pontos, maior será o número de pares para o cálculo das semivariâncias e, teoricamente, maior será a precisão das estimativas das semivariâncias. O autor ainda diz que o número de observações dependerá dos objetivos que se tem no trabalho, da escala (ou seja, da dimensão), entre os outros fatores que devem ser avaliados pelo pesquisador.

Faria *et al.* (2008) fizeram uso da geoestatística para avaliar o microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. Estes autores concluíram que o uso da geoestatística possibilitou definir áreas com diferentes variabilidades espaciais para os atributos microclimáticos, definindo áreas específicas no galpão onde a umidade relativa, a temperatura, a velocidade do vento e luminosidade estão acima do recomendado para o conforto térmico animal. Também foi possível verificar com esta pesquisa que o sistema de climatização utilizado não garantiu a homogeneização do ambiente. Os valores de ITU permaneceram fora da condição de conforto térmico, portanto, a condição de ambiência do galpão possivelmente não propicia conforto aos animais. Na Figura 1 é possível observar os mapas de krigagem gerados neste trabalho.

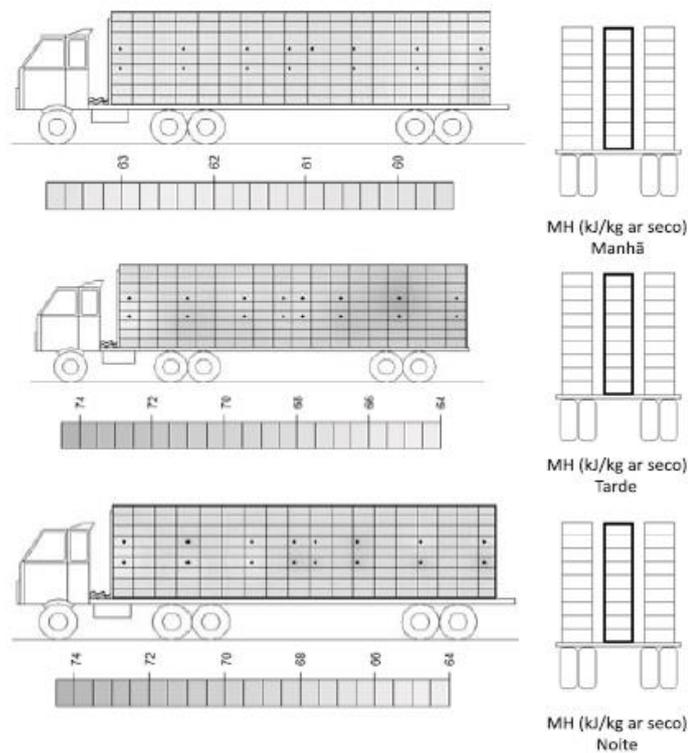
Figura 1 – Mapas de krigagem para os atributos microclimáticos temperatura (°C), umidade relativa (%), velocidade do vento (m s⁻¹), luminosidade (lux) e índice de temperatura e umidade (ITU) nos diferentes ambientes estudados, no galpão com sistema *free-stall*



Fonte: Faria *et al.* (2008).

Barbosa Filho *et al.* (2009), em pesquisa para caracterizar o microclima em carga de transporte de frangos durante o inverno, concluíram que a região de pior condição microclimática situa-se nas partes central e traseira da carga, o que as coloca como localidades mais suscetíveis à ocorrência de perdas durante o transporte das aves. Na Figura 2, é possível ver o mapa da distribuição espacial do Índice Entalpia de Conforto (IEC) ao longo da fileira do meio, de uma carga de frangos de corte, em um caminhão transporte.

Figura 2 – Perfil térmico do Índice Entalpia de Conforto (IEC) ao longo da fileira do meio da carga para os três carregamentos avaliados e seus respectivos turnos



Fonte: Barbosa Filho *et al.* (2009).

Nazareno *et al.* (2013), fizeram a caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. Nesta pesquisa, foi possível concluir que: as condições microclimáticas no transporte de ovos férteis estiveram acima do zero fisiológico, podendo não garantir a paralisação do desenvolvimento embrionário dos ovos para os dois layouts das caixas de ovos; o *layout* das caixas superiores registrou maiores valores de temperatura e entalpia, exceto para umidade relativa e as regiões de piores condições microclimáticas nos dois layouts se situaram nas partes central e traseira o que torna essas

regiões mais suscetíveis à ocorrência de perdas pré-porteira durante o transporte dos ovos férteis.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do estudo

O experimento foi realizado nos meses de setembro e outubro de 2012, em uma empresa avícola, com uma quantidade média de 50.000 aves vendidas por semana, localizada no município de Beberibe, Ceará, com latitude $4^{\circ} 13' 20''$ S, longitude $38^{\circ} 12' 1''$ W (Figura 3). De acordo com a classificação de Köppen a área do experimento está localizada em uma região de clima Aw' , com temperatura média anual de $26^{\circ}C$.

Figura 3 – Vista aérea do local de estudo e galpões avaliados durante o experimento (detalhe vermelho)



Fonte: Google Earth (2013).

Foram avaliados dois galpões (Figura 4) com mesma orientação (leste-oeste), situados em um mesmo núcleo de criação. Os galpões estavam distantes 10 metros um do outro e cercados por vegetação nativa predominantemente rasteira. Esses galpões eram caracterizados tipologicamente por 7,40 metros de largura, 113,5 metros de comprimento, 2,30 metros de pé-direito e 1,00 metro de beiral. Cada galpão tinha capacidade para até 9.000 frangos de corte.

Figura 4 – Galpão avaliado durante o experimento



Fonte: Próprio autor.

A cobertura dos galpões era de telha cerâmica, sem a presença de forro, as laterais eram abertas, cercadas apenas por tela plástica, com 40 cm de altura e o sistema de climatização utilizado era composto por ventiladores e nebulizadores (ligados nos horários considerados mais quentes do dia).

Os galpões eram equipados com bebedouros do tipo pendular e comedouros do tipo tubular metálico, sem divisórias. Na fase inicial das aves, os bebedouros foram colocados bem baixos para que as aves pudessem alcançar e a altura era regulada acompanhando o crescimento das mesmas. Também, na fase inicial, os comedouros eram do tipo tubular metálico infantil, sem divisória. Na Figura 5, é possível ver os comedouros e bebedouros utilizados nos galpões.

Figura 5 – Comedouros do tipo tubular metálico (borda laranja), comedouros do tipo tubular metálico infantil (borda azul) e bebedouros do tipo pendular (borda verde)

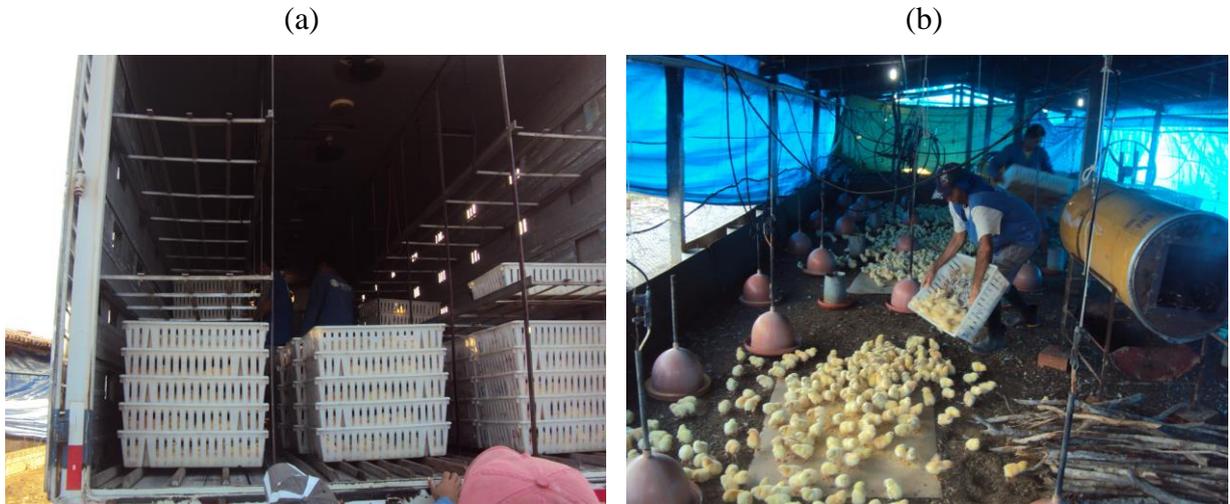


Fonte: Próprio autor.

Todas as aves do experimento eram da linhagem Ross e tinham livre acesso a água e receberam a mesma ração, formulada pela granja.

Os dois lotes de frangos de corte foram acompanhados desde a chegada das aves nos galpões, com um dia de vida, até a sua saída para o abate, aos 42 dias. As aves eram trazidas em caminhões climatizados, para manter os pintinhos de um dia em conforto. Os galpões eram pré-aquecidos horas antes dos pintinhos chegarem. O desembarque das aves era feito de maneira rápida, para evitar que o ar frio da parte externa resfriasse os galpões e gerasse desconforto térmico as aves, já que nessa fase as aves requerem temperaturas mais altas. Nas figuras 6a e 6b é possível observar a chegada dos pintinhos de um dia.

Figura 6 – Chegada dos pintinhos de um dia: (a) pintinhos sendo descarregados dos caminhões de transporte climatizados; e (b) pintinhos sendo descarregados dentro dos galpões



Fonte: Próprio autor.

Na primeira semana de vida das aves, os frangos de corte foram confinados numa área correspondente a 1/4 do tamanho total do galpão e protegida com cortinas de lona plástica para evitar o ar frio e facilitar a manutenção da temperatura. As cortinas permaneciam fechadas durante todo o tempo, isolando os pintinhos do meio exterior. Na segunda semana, as aves passaram a ocupar um espaço correspondente a 1/3 do galpão. Na primeira e segunda semana os galpões eram aquecidos por fornalhas a lenha, com formato cilíndrico (Figura 7).

Figura 7 – Fornalhas a lenha



Fonte: Próprio autor.

A partir da terceira semana, os galpões não eram mais aquecidos e as cortinas começaram a ser baixadas gradativamente, ao longo do dia. Porém, os galpões passaram quase a maior parte do dia ainda fechados.

Na quarta semana, as cortinas já ficavam totalmente baixas nos horários mais quentes do dia. Nos horários de temperaturas mais elevadas os ventiladores eram acionados.

Na quinta e sexta semana, as cortinas eram totalmente abertas nos horários onde não havia incidência direta do sol e fechadas à medida que o sol avança dentro do espaço do galpão. Esta medida é necessária porque as aves neste período são extremamente susceptíveis a altas temperaturas. Os ventiladores eram ligados às 10 horas e desligados às 17 horas. Na quinta semana, começava a ser feito o uso de nebulização nos galpões, porém em quantidade bastante restrita. Já na sexta semana, a nebulização era utilizada por longos períodos. A nebulização começava a ser feita no final da manhã, as 11h30 min e permanecia, de forma intermitente, até às 15 horas.

3.2 Divisão cronológica

O experimento foi realizado em setembro e outubro (período seco) de 2012 e o experimento teve duração de seis semanas, período correspondente ao ciclo de vida dos frangos de corte. Na Tabela 4, é possível observar quais avaliações foram feitas em cada semana.

Tabela 4 – Avaliações realizadas em cada semana de experimento, durante a primeira fase, período seco

Avaliações	Semanas		
	1 ^a , 2 ^a e 3 ^a	4 ^a	5 ^a e 6 ^a
Temperatura (°C)	x	X	x
Umidade relativa do ar (%)	x	X	x
Temperatura retal (°C)	x	X	x
Peso de cem aves (kg)	x	X	x
Luminosidade (lux)		X	x
Velocidade do vento (m.s ⁻¹)		X	x
Temperatura da cama (°C)		X	x

Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)	x
Avaliação do comportamento	x

Na primeira, segunda e terceira semana foi feito o acompanhamento inicial das aves, sendo realizada a medição da temperatura, umidade relativa do ar e peso de cem aves. Na quarta semana, foi feita a medição da temperatura, umidade relativa do ar, peso de cem aves, luminosidade, velocidade do vento e temperatura da cama das mesmas. A temperatura da cama das aves nesta semana foi considerada como testemunha e foi comparada posteriormente com as semanas onde houve a nebulização. Na quinta e sexta semana, ao início da nebulização, foi feita a medição da temperatura, umidade relativa do ar, peso de cem aves, temperatura da cama das aves, luminosidade, velocidade do vento, temperatura retal, frequência respiratória e avaliação do comportamento das aves.

As avaliações de temperatura da cama das aves, luminosidade, velocidade do vento, temperatura retal, frequência respiratória e avaliação do comportamento das aves, foram feitas por três dias por semana, como repetição. E essas avaliações sempre foram feitas durante o período da manhã (8:00 às 12:00 horas) e da tarde (13:00 às 17:00 horas).

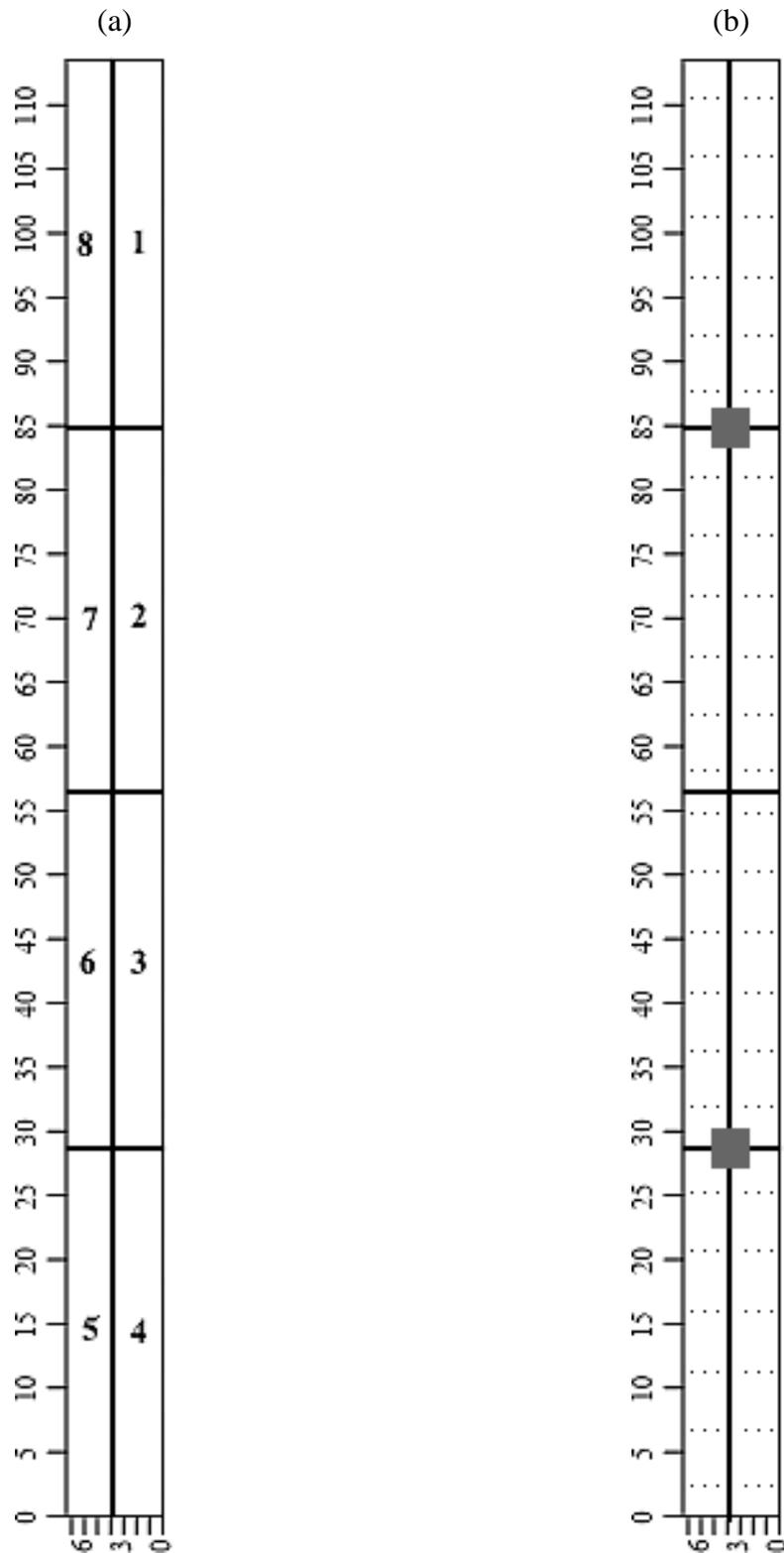
3.3 Divisão do galpão

Foram escolhidos dois galpões avícolas para se fazer as coletas de dados. Os dois galpões avaliados foram considerados iguais, pois possuem a mesma dimensão, sentido e orientação. Foram escolhidos dois galpões para que em uma semana houvesse um número satisfatório de repetições das coletas. A cada semana, foram realizadas três coletas de dados em cada galpão, totalizando seis repetições por semana. Esse número de repetições garantiu mais confiabilidade e precisão na análise dos dados.

Os galpões avaliados no experimento tinham grandes dimensões, então, para facilitar a condução dos trabalhos e permitir melhor avaliação das aves os galpões foram divididos em quadrantes (Figura 8a). Na Figura 8b é possível ver nos locais indicados por pontos, onde foram feitas as medições da temperatura da cama das aves, luminosidade e velocidade do vento e os locais marcados por um quadrado cinza, indicam onde foram instalados os *Data Loggers*.

Figura 8 – Divisão do galpão em quadrantes: (a) divisão do galpão em quadrantes; e (b)

localização dos *Data Loggers* no interior do galpão e pontos de coleta das variáveis temperatura da cama das aves, velocidade do vento e luminosidade



. Medidas: temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade e  *Data Loggers*.
Fontes: Próprio autor.

A coleta de dados nos 144 pontos, das variáveis, temperatura da cama das aves, luminosidade, velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar foram necessárias para que posteriormente fossem elaborados mapas de krigagem, utilizando a Geoestatística.

Ao longo do trabalho foram coletadas sempre um número elevado número de amostras para que houvesse o maior número possível de observações, pois Cochran e Cox (1957) e Albiero (2010) destacam que quanto maior o número de amostras, mais a distribuição se aproxima de uma distribuição normal.

Em relação à coleta dos dados de temperatura retal, a cada dia foram coletados dados de temperatura retal de 20 aves em cada galpão, pela manhã e pela tarde. Como os galpões foram considerados iguais, a cada turno tinha-se um total de 40 dados de temperatura retal. A cada semana eram avaliados três dias consecutivos, assim a cada semana houve coleta de 120 amostras de temperatura retal no turno da manhã e 120 no turno da tarde.

Para a coleta de dados de frequência respiratória foram avaliadas 15 aves por quadrante em cada galpão, pela manhã e pela tarde. Como os galpões foram considerados iguais, em cada turno tinha-se um total de 30 dados de a frequência respiratória por quadrante. A cada semana eram avaliados três dias consecutivos, assim a cada semana houve coleta de 90 amostras de a frequência respiratória no turno da manhã e 90 no turno da tarde.

3.4 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais foram coletadas para uma análise do ambiente e esses resultados foram confrontados com os das variáveis fisiológicas dos animais. Estes valores foram correlacionados, para saber como o ambiente influenciou na condição física das aves.

3.4.1 Temperatura e umidade relativa do ar

As variáveis ambientais, temperatura (°C) e umidade relativa do ar (%) no interior e exterior dos aviários foram monitoradas constantemente durante todo o período experimental, seis semanas (ciclo de vida de frangos de corte). Os dados de temperatura, umidade relativa do ar foram analisados para verificar se há diferença entre o ambiente dentro e fora dos galpões.

A partir desses dados foi calculado o Índice Entalpia de Conforto (IEC) para cada semana de vida dos frangos de corte.

Os registros das variáveis ambientais foram realizados a cada 10 minutos, com o auxílio de miniestações meteorológicas e *Data Loggers*, da marca HOBO® (Figura 9), localizados no interior das instalações, e na parte externa das mesmas, para a caracterização do ambiente interno e externo do local. Em cada galpão foram colocados dois *Data Loggers* e na parte externa, entre os galpões, foi colocado um *Logger*.

Figura 9 – *Data Logger* utilizado para registro da temperatura e umidade relativa do ar



Fonte: Próprio autor.

A instalação dos *Data Loggers* seguiu a recomendação de Barbosa Filho *et al.* (2007b), onde se recomenda que os equipamentos devem ser instalados preferencialmente na região central do galpão 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.

A cada semana a altura dos *Data Logger* foi alterada, de acordo com a altura das aves. À medida que as aves iam crescendo, a altura do *Data Loggers* em relação a cama das aves ia aumentando. No início do experimento, os aparelhos foram instalados a 0,2 m da cama das aves, ao final do experimento os aparelhos chegaram a 0,5 m de altura.

3.4.2 Luminosidade e velocidade do vento

A luminosidade (lux) e a velocidade do vento (m.s^{-1}) foram medidas nos dois galpões, durante a manhã e a tarde, com auxílio de um Termo-Higro-Anemo-Luxímetro, da marca INSTRUTHERM® (Figura 10). Estas variáveis foram medidas na altura das aves, que variou de acordo com o crescimento das mesmas. À partir desses dados foram elaborados mapas aplicando o método de krigagem, utilizando o *software* Surfer.

Figura 10 – Aparelho utilizado na medição da luminosidade e velocidade do vento



Fonte: Próprio autor.

3.5 Índice de conforto térmico: entalpia

Nesta pesquisa o índice de conforto térmico utilizado foi à entalpia que, dentre os índices de avaliação de conforto térmico estudados, tem sido proposta atualmente como o índice mais adequado para a avaliação do ambiente interno de galpões de frangos de corte, isso porque é um índice que depende diretamente da temperatura, da umidade relativa do ar e da pressão barométrica do local. A entalpia expressa a quantidade de energia térmica em kJ, contido em 1 kg de ar seco.

A equação da entalpia utilizada neste trabalho foi a de Rodrigues *et al.* (2010) e a nova fórmula considera a temperatura, umidade relativa do ar e a pressão atmosférica local (Equação 6). A pressão barométrica utilizada nessa fórmula foi de 760 mmHg, que é igual a 1 atm, que corresponde a pressão barométrica em locais mais baixos, situados ao nível do mar.

A avaliação do conforto térmico, de cada semana, do ambiente foi baseada no Índice Entalpia de Conforto (IEC), com a utilização das Tabelas de Entalpia (ANEXO). Para uma avaliação prática do Índice de Entalpia de Conforto (IEC) foram utilizadas as Tabelas de Entalpia, para regiões situadas ao nível do mar, feitas por Queiroz, Barbosa Filho e Vieira (2012). A utilização dessas tabelas foi imprescindível para uma correta avaliação do conforto térmico dos animais, já que a pressão barométrica do local onde os animais estão influencia no valor do Índice Entalpia de Conforto.

3.6 Variáveis fisiológicas

3.6.1 Temperatura retal das aves

A temperatura retal é um parâmetro fisiológico bastante difundido no meio científico por se tratar de uma medida de temperatura corporal profunda e tal parâmetro oferece a informação mais fiel possível do núcleo corporal do animal (VIEIRA, 2008). Em geral, 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 (SILVA, 2000). A medição da temperatura retal (TR, em °C) foi a principal variável fisiológica avaliada durante o experimento, visando verificar a resposta fisiológica das aves quanto ao ambiente térmico no ambiente do galpão.

A temperatura retal foi determinada através de um termômetro digital tipo espeto, da marca Minipa® (Figura 11).

Figura 11 – Termômetro digital tipo espeto



Fonte: Próprio autor.

Para que a medição da temperatura retal fosse realizada as aves eram imobilizadas nas asas e pés para evitar que se debatessem assim como qualquer dano físico e minimizar o estresse durante a operação. A medição da temperatura retal foi feita introduzindo o termômetro de espeto na cloaca das aves, por um período de um minuto ou até que a temperatura se estabilize. Nas figuras 12a e 12b é possível observar como foi realizada a medição da temperatura das aves.

Figura 12 – Manuseio das aves para medição da temperatura retal: (a) ave immobilizada nas asas e pés; e (b) medição da temperatura retal



Fonte: Próprio autor.

A temperatura retal foi medida pela manhã, às 9:00 horas e pela tarde, às 14:00 horas. As aves foram selecionadas de forma aleatória para a medição da TR.

3.6.2 Frequência respiratória

A frequência respiratória ($\text{movimentos}\cdot\text{min}^{-1}$) foi feita contando os movimentos respiratórios das aves. A contagem dos movimentos respiratórios foi feita a partir do número de movimentos peitorais por um período de 15 segundos. Para a contagem durante 15 segundos, foi utilizado cronômetro digital para registro preciso do tempo. O número encontrado foi multiplicado por quatro para que o resultado fosse expresso em movimentos por minuto.

3.7 Parâmetros comportamentais

A avaliação do comportamento das aves foi avaliado de forma direta, através de varredura ou amostragem instantânea. Neste tipo de observação, o pesquisador esquadrinha diversos indivíduos por um determinado período e em intervalos regulares.

Esses comportamentos auxiliaram na avaliação do bem-estar das aves, pois quando as mesmas não expressam suas atividades comportamentais naturais isto causa interferências negativas, levando o animal ao estresse e conseqüentemente queda na produção.

Para que as aves pudessem ser observadas em grupos menores, os galpões foram divididos em quatro partes. O comportamento das aves começou a ser avaliado quando começou a ser utilizada a nebulização nos galpões, que foi a partir da quinta semana de vida dos frangos.

A cada hora, tanto no período da manhã quanto a tarde, o comportamento das aves foi avaliado, em cada quadrante do galpão. Os frangos de corte foram observados previamente para o desenvolvimento de um etograma.

A avaliação dos comportamentos foi necessária para auxiliar na avaliação do conforto térmico das aves. Foram avaliados os seguintes comportamentos:

- Tremor** Comportamento característico de aves que estão sofrendo com o estresse térmico pelo frio. Quando a ave apresenta tremores espontâneos pelo corpo;
- Dispersão** Aves espalhadas pelo galpão (Figura 13);

Figura 13 – Aves espalhadas pelo galpão, indicativo de dispersão



Fonte: Próprio autor.

- Ofegação** Aves respirando com o bico aberto. Esta é principal forma de as aves dissiparem o calor do corpo (Figura 14);

Figura 14 – Ave de bico aberto, ofegando



Fonte: Próprio autor.

Prostração

Aves paradas, sentadas, sem muitos movimentos. Aves com atividades reduzidas para evitar um aumento de temperatura no corpo causado pela movimentação (Figura 15);

Figura 15 – Aves sentadas, sem muito movimento, indicando prostração



Fonte: Próprio autor.

Comer

Quando a ave está se alimentando, bicando e consumindo alimentos do comedouro (Figura 16);

Figura 16 – Aves comendo



Fonte: Próprio autor.

Beber	Quando a ave está bebendo água do bebedouro;
Sonolência	Aves sentadas, quietas e de olhos fechados.
Abrir asas	Neste comportamento, as aves levantam suas asas para expor mais o seu corpo a ventilação;
Esticar asas	Este é um movimento apresentado pelas aves quando estão em desconforto. Neste comportamento, as aves ficam deitadas e esticam uma das asas;
Esticar pernas	Quando as aves esticam uma só perna. Movimento característico de aves em desconforto (Figura 17);

Figura 17 – Ave esticando a perna na tentativa de resfriar maior área do corpo



Fonte: Próprio autor.

- Esticar asas e pernas** Comportamento característico de aves em desconforto. As aves esticam as asas e pernas de um só lado do corpo ao mesmo tempo;
- 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;
- Investigar penas** Comportamento não agressivo, caracterizado quando a ave investiga suas próprias penas com o bico;
- Ciscar** Outro comportamento considerado como característico das aves, caracterizado quando a ave explora seu território com seus pés e bico;
- Agressividade** Comportamento relacionado à condição de estabelecer dominância no grupo ou a condição de estresse, sendo geralmente caracterizado por bicadas rápidas e fortes em locais como a crista e outras partes da cabeça de outras aves;
- Paradas** Comportamento caracterizado quando a ave não se movimenta ou aparentemente não se enquadra em nenhum dos comportamentos anteriores.

3.8 Temperatura da cama das aves

A temperatura da cama das aves foi medida, com o auxílio de um termômetro de espeto (Figura 11), em vários pontos do galpão. Com estes valores foi possível gerar os mapas de krigagem, mostrando as áreas mais quentes e frias da cama das aves ao longo do galpão.

3.9 Ganho de peso

Para acompanhamento do ganho de peso, 100 aves foram pesadas semanalmente, com auxílio de uma balança digital.

3.10 Análise estatística

Inicialmente, os dados coletados eram submetidos a uma estatística descritiva básica, através do *software* estatístico MINITAB[®], para verificar se havia normalidade na distribuição. Foram avaliados o número de observações, a média dos valores, valor mínimo, máximo, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, a amplitude a simetria e a curtose. A normalidade dos dados foi determinada através do coeficiente de simetria e curtose. A normalidade era considerada normal se os valores do coeficiente de curtose e de simetria se apresentassem dentro do intervalo -2 e 2, ou seja, se adequando a uma curva de distribuição normal, segundo Hines *et al.* (2006).

Em seguida, confirmada a normalidade, procedeu-se o teste F, através da análise de variância (ANOVA), para verificar a diferença significativa entre as médias. Caso houvesse diferença significativa entre as médias, como complemento a análise de variância foi feito um teste de comparação de médias, em que foi escolhido o teste de Tukey a 5 % de significância.

Em casos onde os dados não tiveram distribuição normal foi utilizado à média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) para avaliar a variabilidade que houve entre as médias estudadas. Montgomery (2004) sugere a Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP) para analisar a variabilidade das médias. A MMEP é definida na Equação 7:

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1-\lambda)^j \cdot x_{i-j} + (1-\lambda)^i \cdot z_0 \quad (7)$$

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, se refere à sensibilidade em captar pequenas mudanças na média.

O peso considerado para a média (λ) foi de 0,40, segundo Melo (2013). Melo (2013) relata que a MMEP é uma forma de avaliar dados com eficácia garantindo que a variabilidade dos processos sejam estudadas, 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 mostrar se o processo se encontra estável ou instável.

Os limites de controle do gráfico MMEP foram encontrados por meio das Equações 8 e 9:

$$LSC = \mu + L\sigma \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} \cdot [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad (8)$$

$$LIC = \mu - L\sigma \cdot \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} \cdot [1 - (1-\lambda)^{2i}]} \quad (9)$$

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 pela uma linha central (LC), já o limite superior de controle (LSC) e inferior de controle (LIC) é utilizado para observar se o processo apresenta-se estável, ou seja, se todos os pontos amostrais encontram-se dentro do limite de controle.

3.11 Mapas de Krigagem

Os dados coletados de velocidade do vento, luminosidade, temperatura da cama e entalpia 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 análise 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, 1993). As 144 amostras das variáveis foram coletadas para que houvesse o maior número possível de observações, pois quanto maior o número de pontos, maior será o número de pares para o cálculo das semivariâncias e, teoricamente, maior será a precisão das estimativas das semivariâncias.

Os valores coletados durante o experimento não tinham uma amostragem sistemática, que consiste em avaliar pontos (amostras) de forma equidistantes, que segundo Guimarães (2004) podem ser equidistantes quer seja no espaço ou no tempo, formando uma malha de pontos no caso bidimensional. Ainda, segundo este autor, esse não é um procedimento obrigatório, basta que se tenha a referenciação dos dados para se proceder à análise espacial. Por este motivo, a distância entre cada ponto foi medida, para se fazer posteriormente a referenciação dos dados.

Para a análise geoestatística, foi utilizada a Equação 10 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.

$$\gamma(h) = \left(\frac{1}{2N(h)} \right) \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2 \quad (10)$$

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 ;

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

O gráfico de Z 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).

Em seguida, a análise da dependência espacial, 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.

A análise da dependência espacial diz respeito à correlação dos pontos, que é mais forte quanto mais próximo são os pontos observados. Assim, as observações feitas mais próximas uma das outras têm mais respaldo. Para realizar a construção dos mapas de krigagem é necessário que as variáveis estudadas tenham dependência espacial.

A partir do ajuste de um modelo matemático aos valores calculados de $Y(h)$, 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. Utilizou-se a classificação de Zimback (2001), onde são assumidos os seguintes intervalos, onde: 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 o esférico, o exponencial, o linear e o gaussiano, sendo ajustados por meio do programa GS+, que aponta o modelo que apresenta menor soma de quadrado de resíduo. Comprovado a dependência espacial foi realizada a elaboração dos mapas de isolinhas (krigagem) e os modelos foram usados no desenvolvimento desses mapas.

A partir dos dados coletados, de luminosidade, velocidade do vento e temperatura da cama das aves foram elaborados mapas aplicando o método de krigagem. A interpolação dos valores para a elaboração dos mapas foi feita aplicando o método de krigagem ordinária, utilizando o *software* Surfer.

Com os mapas foi possível ver de forma prática como se dá a distribuição espacial dessas variáveis dentro do galpão e estudar formas de amenizar o desconforto térmico dos animais, bem como definir um manejo mais adequado de cortinas no galpão.

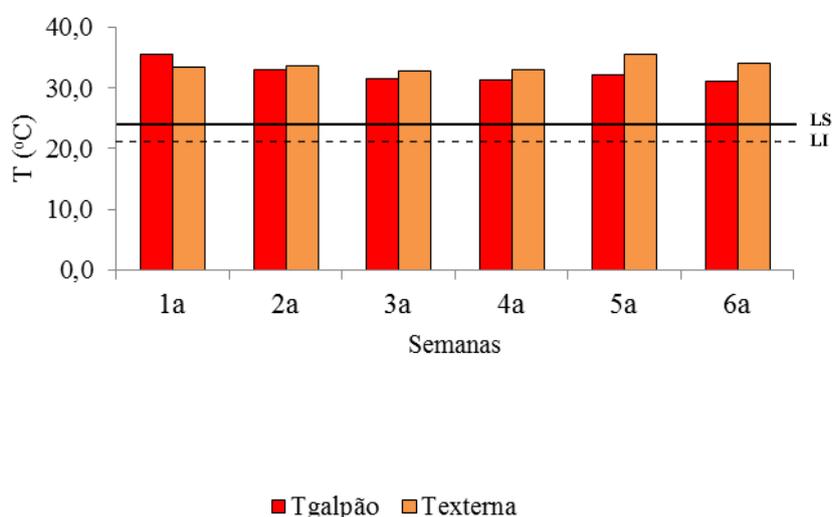
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Temperatura, umidade relativa do ar e Índice Entalpia de conforto

Durante o período experimental as variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, foram monitoradas constantemente.

A variação da temperatura do ar, durante as seis semanas de avaliação, no turno da manhã, pode ser visualizada através da Figura 18.

Figura 18 – Média da temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), durante seis semanas, no turno da manhã



Na 1^a semana, a média da temperatura dentro galpão foi de 35,4 $^{\circ}\text{C}$, muito próxima a requerida pelas aves na 1^a semana de vida, que é de 35,0 $^{\circ}\text{C}$, segundo classificação de Macari e Furlan (2001), na Tabela 3. Essa média de temperatura ajuda a manter as aves dentro da termoneutralidade, o que favorece um bom desenvolvimento.

A 1^a semana foi à única em que a temperatura no interior do galpão não foi inferior à temperatura na parte externa. Nesta semana, a temperatura dentro dos galpões estava muito elevada devido ao uso dos aquecedores a lenha no interior dos galpões.

Na 2^a semana, a média da temperatura foi de 33,0 $^{\circ}\text{C}$, que coincide com a temperatura ideal requerida para aves neste período, segundo Macari e Furlan (2001).

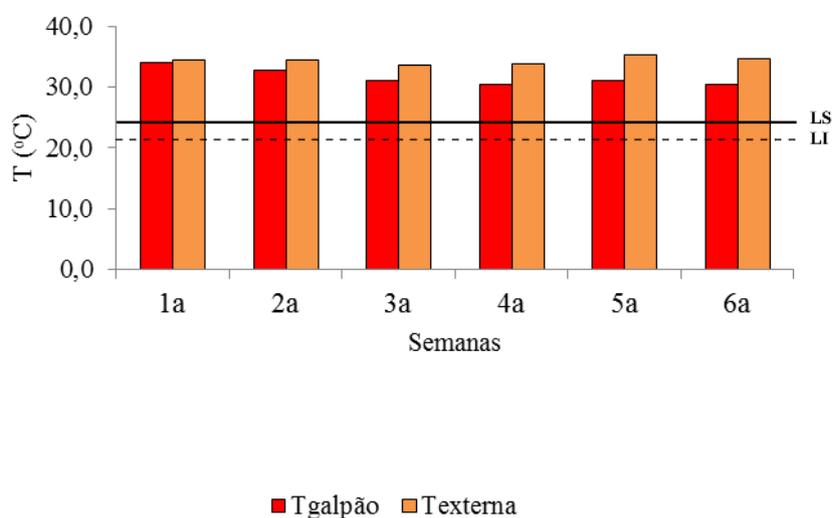
A média da temperatura na 3^a semana foi 31,4 $^{\circ}\text{C}$, que ficou um pouco acima da temperatura requeridas nessa semana, que é de 30,0 $^{\circ}\text{C}$.

Na 4ª semana, a média da temperatura no turno da manhã foi 31,2 °C, valor bem superior ao preconizado na literatura, que é de 27 °C. Nesta semana, as aves começaram a sofrer de estresse térmico por calor, pois neste momento de suas vidas demandam temperaturas ambientais mais amenas.

Na 5ª e 6ª semana, a média da temperatura foi de 32,1 °C e 31,0 °C, respectivamente, enquanto a temperatura ideal seria 24 °C.

A variação da temperatura do ar, durante as seis semanas de avaliação, no turno da tarde, pode ser visualizada através da Figura 19.

Figura 19 – Média da temperatura do ar (°C), durante seis semanas, no turno da tarde



A média da temperatura dentro dos galpões na 1ª semana foi menor no turno da tarde. Isso aconteceu, pois as fomalhas a lenha param de ser abastecidas de lenha no meio da manhã e só voltam a ser reabastecidas ao final da tarde. Isso acontece para que no turno mais quente a temperatura não fique acima da que é necessária para as aves. Porém, como constatado a temperatura da tarde foi menor do que a ideal para as aves nesse período, que é de 35,0 °C. Também, na 2ª semana a média da temperatura foi menor do que a preconizada para esta semana, sendo igual a 32,7 °C, pouco menor que a ideal, que seria 33,0 °C, segundo Macari e Furlan (2001).

Na 3ª semana, a média da temperatura foi de 31,0 °C, enquanto a temperatura externa foi 33,6 °C. Como nessa semana não há mais aquecimento do galpão a temperatura interna dos galpões foi um pouco mais baixa a partir desta semana e esse fato aconteceu em

todas as semanas seguintes. Em todas as semanas, no turno da tarde, as médias da temperatura externa foram superior à interna.

Assim como no turno da manhã, na 4ª semana as aves começaram a sofrer de estresse térmico por calor. Nessa semana, a média da temperatura no turno da tarde foi de 30,4 °C.

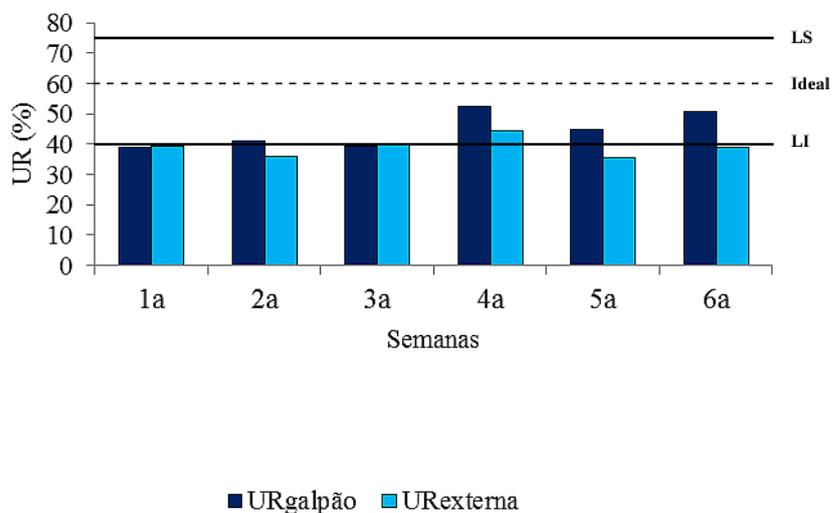
Na 5ª e 6ª semana, a média da temperatura foi de 31,1 °C e 30,4 °C, valores muito acima do necessário para frangos de corte nesta fase.

Em todas as semanas, a temperatura dos galpões, no turno da tarde foi inferior a do turno da manhã. Na 1ª e 2ª semana esse fato se deve ao pouco aquecimento, com a fofnalha a lenha, dos galpões no turno da tarde. Na 3ª semana no turno da tarde as cortinas são abertas um pouco mais que na manhã e os ventiladores são acionados esporadicamente, o que faz com que a média da temperatura da tarde fique 0,4 °C menor que a da manhã. Na 4ª, 5ª e 6ª semana as cortinas ficam abertas durante a manhã inteira e por mais que esse turno tenha temperaturas mais amenas, os raios solares da manhã incidem no galpão durante todo o turno (Figura 30), fazendo com que a temperatura se eleve. As cortinas só começam a ser fechadas no turno da tarde, à medida que os raios solares adentram o galpão. Estando o galpão livre do excesso de raios solares durante a tarde, a temperatura é menor neste turno. Também na 5ª e 6ª semanas foi feito o uso da nebulização no interior dos galpões, o que também contribuiu para que a temperatura fosse menor neste turno.

Os valores menores da temperatura no turno da tarde contrariam os encontrados por Barbosa Filho (2008) que, em experimento, encontrou valores de temperatura mais elevados, na parte interna dos galpões, no turno da tarde. Este autor ainda relata que o turno da tarde é um dos mais danosos, sob o ponto de vista da ocorrência de estresse térmico nas aves. Estes resultados mostram que por mais que o turno da tarde seja historicamente mais quente, o turno da manhã pode ser tão danoso quanto. Assim, o cuidado com o manejo da cortina no turno da manhã deve ser reforçado, para evitar as elevadas temperaturas neste período.

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. A variação da umidade relativa do ar, durante as seis semanas de avaliação, no turno da manhã, pode ser visualizada através da Figura 20.

Figura 20 – Média da umidade relativa do ar (%), durante seis semanas, no turno da manhã



LS - Limite Superior de estresse térmico e LI - Limite Inferior de estresse térmico.

De acordo com Macari e Furlan (2001) a umidade relativa ótima, para a melhor produção de frangos de corte, está em torno de 60 %, e valores inferiores a 40 % e superiores a 80 % são críticos para os frangos de corte. Desta forma, o valor de umidade relativa do ar de 75 % foi considerado como o Limite Superior de Umidade Relativa do ar (LS) e o valor de 60 % como Limite Inferior de Umidade Relativa do ar (LI).

Através do gráfico da evolução da umidade relativa do ar durante as semanas experimentais é possível observar que no turno da manhã a umidade relativa do ar ficou bem controlada dentro do ambiente do galpão. Em nenhuma das semanas avaliadas ela ultrapassou o valor de 60 %, considerado o Limite Inferior de Umidade Relativa do ar (LI).

A umidade relativa do ar controlada é benéfica para frangos de corte. 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).

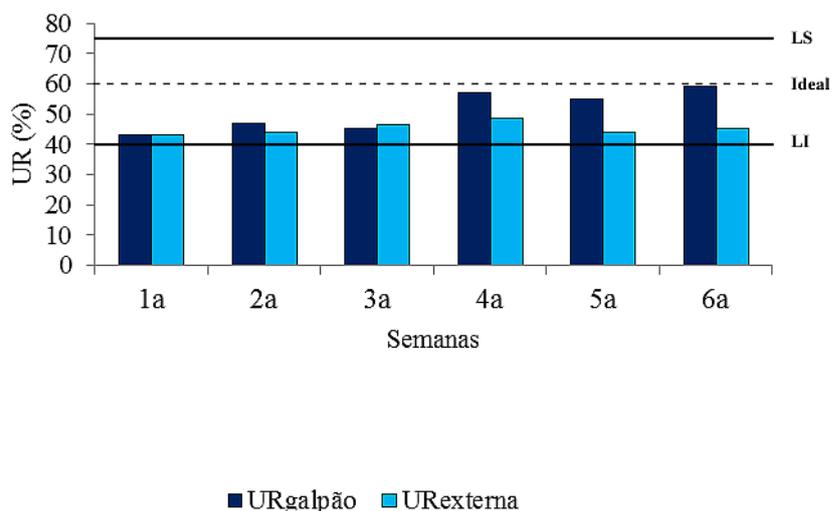
As três primeiras semanas tiveram os menores valores de umidade relativa. Isso ocorre porque nas duas primeiras semanas o galpão fica o tempo inteiro com as cortinas fechadas e com o aquecedor a lenha funcionando quando há a necessidade. Nessas duas primeiras semanas as aves são muito frágeis, possuem penas finas e são muito susceptíveis ao estresse por frio. Nessas primeiras semanas devido ao aquecimento pode acontecer de a

umidade relativa do ar reduzir demasiadamente. Sendo que, a umidade relativa do ar abaixo de 40 % é nociva para frangos de corte, pois prejudica a respiração.

Na 1ª semana, a umidade relativa do ar ficou abaixo de 40 %, tanto dentro do galpão como na parte externa. Na 3ª semana, apesar de não haver mais a necessidade de aquecimento, as cortinas do galpão ficam fechadas praticamente o dia inteiro e esse fato impede o excesso de umidade dentro do galpão. Por isso a umidade relativa do ar nesta semana foi similar a das duas primeiras semanas.

A variação da umidade relativa do ar, durante as seis semanas de avaliação, no turno da tarde, pode ser visualizada através da Figura 21.

Figura 21 – Média da umidade relativa do ar (%), durante seis semanas, no turno da tarde



LS - Limite Superior de estresse térmico e LI - Limite Inferior de estresse térmico.

De acordo com o gráfico é possível observar que a umidade relativa do ar no turno da tarde foi maior que no turno da manhã. Na média, nenhuma das semanas avaliadas ultrapassou o valor de 60 %, considerado o Limite Inferior de Umidade Relativa do ar (LI).

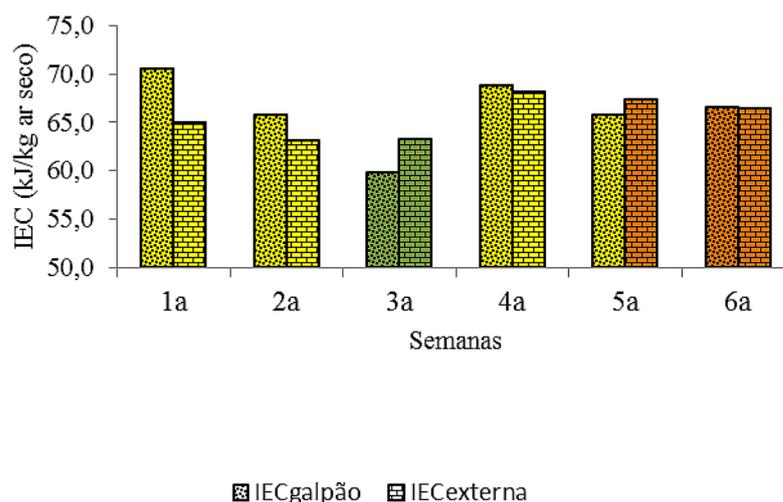
Assim como no turno da manhã, a umidade nas três primeiras semanas foi mais baixa em relação as três últimas. É possível observar que nas duas últimas semanas de avaliação, a umidade do ar dentro galpão é bem maior que a da parte externa. Isto acontece porque nessas semanas é iniciado o uso da nebulização dentro dos galpões.

De maneira geral, foi perceptível que a média umidade relativa do ar estava sob controle. Apesar de haver picos de elevada umidade relativa nos horários onde houve nebulização, quando foi feita a média, os valores da UR ficaram dentro do limite ideal para

frangos de corte. Esses valores de umidade relativa do ar controlados e dentro da faixa ideal para frangos de corte se devem ao fato de que na época do ano em que foi feito este experimento não houve a ocorrência de chuvas, por isso foi considerado como período seco. Em períodos de chuva a umidade relativa do ar estará elevada, pois segundo Lamberts *et al.* (2005) a umidade do ar é regulada pelo regime de chuvas do local.

Como os resultados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados durante todo o período experimental, foi possível fazer o cálculo da entalpia e para o entendimento prático desta variável foi adotado neste trabalho a classificação da condição térmica, feita através do Índice Entalpia de Conforto (IEC). O IEC compreende quatro faixas relativas ao conforto e estresse térmico das aves, onde a zona de conforto está representada pela cor verde, a de alerta pela cor amarela, a crítica pela cor laranja e a letal pela cor vermelha. As barras que representam o IEC no interior do galpão (IECgalpão) e na parte externa (IECexterna) estão coloridas de acordo com a classificação das Tabelas Práticas de Entalpia, que mudam a cada semana de vida das aves (Tabela 5). A variação do Índice Entalpia de Conforto, durante as seis semanas de avaliação, no turno da manhã, pode ser visualizada através da Figura 22.

Figura 22 – Valores médios do IEC (kJ/kg ar seco), durante seis semanas, no turno da manhã



De acordo com o índice entalpia de conforto é possível observar que as aves na 1ª semana permaneceram sob condição de alerta, segundo o IEC, devido a temperaturas abaixo do tolerado por frangos de corte nas primeiras semanas de vida. Na 2ª semana, foi observada a mesma condição. Um fator que pode contribuir para este fato, é que os trabalhadores

responsáveis por aquecer os galpões, geralmente o aquecem de forma empírica, sem o auxílio de aparelhos adequados para medição da temperatura e umidade relativa do ar. Esses trabalhadores tendem a achar quente o ambiente e estimam que está adequado para as aves. Porém, a tolerância da temperatura para humanos e as aves é diferente. Assim, as aves acabam sofrendo estresse por frio nos primeiros dias de vida.

De acordo com Abreu e Abreu (2011), as aves ao nascimento não têm o sistema termorregulador desenvolvido, dificultando a manutenção da temperatura corporal. Assim, qualquer perda de calor evaporativa e sensível, nos primeiros dias de vida das aves, pode afetar o equilíbrio ácido-básico do sangue e corporal, o equilíbrio de água do corpo e, por conseguinte, a habilidade da ave em manter a temperatura do corpo. Ainda de acordo com estes autores, qualquer perda de calor evaporativa ou sensível, nessa fase de vida, pode reduzir a energia de manutenção, comprometendo o crescimento das aves.

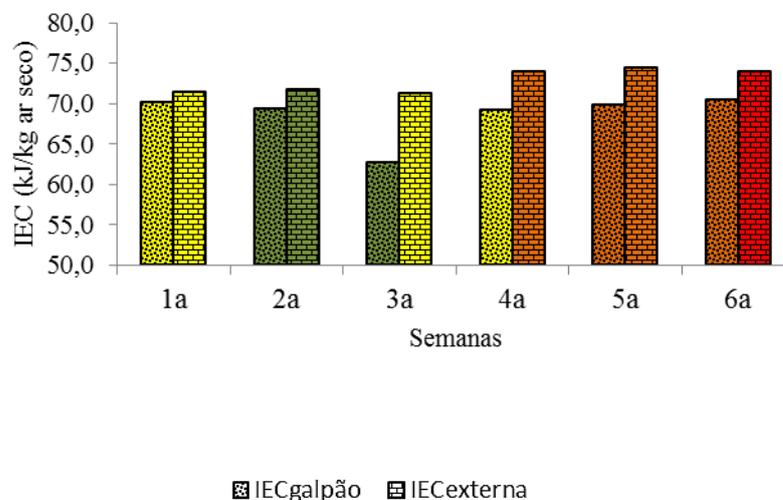
Na 3ª semana, as aves ficaram na faixa de conforto (verde), que é a condição considerada ideal. Pois evita que as aves destinem muito da energia, obtida no consumo da ração, para o controle da temperatura corporal.

Na 4ª e 5ª semana, as aves voltaram a ficar na faixa de alerta (amarela), porém, neste caso, alerta pelo estresse por calor. Nessa semana as aves começaram a sofrer com as elevadas temperaturas.

Já na 6ª semana, o ambiente do galpão se encontrou na faixa crítica (laranja), tendo necessidade de maior controle das variáveis ambientais. Segundo Medeiros *et al.*, (2005) em condições severas de calor, o animal aumenta consideravelmente, o consumo de água, as fezes ficam líquidas e ocorre aumento da umidade na cama, com conseqüente redução de seu poder de absorção, elevando as concentrações de amônia no ar, que podem atingir níveis perigosos. Ainda segundo este autor com a permanência dessas condições, o animal apresenta polipnéia e pode chegar à morte.

A variação do Índice Entalpia de Conforto (IEC), durante as seis semanas de avaliação, no turno da tarde, pode ser visualizada através da Figura 23.

Figura 23 – Valores médios do IEC (kJ/kg ar seco), durante seis semanas, no turno da tarde



De acordo com o gráfico é possível avaliar, que assim como no turno da manhã, na 1ª semana o ambiente do galpão estava sob condição de alerta, em relação ao estresse por frio. Nas duas primeiras semanas as aves necessitam de aquecimento, pois são muito susceptíveis as baixas temperaturas. Na 2ª semana as aves ficaram sob condição de conforto térmico, pois as condições ambientais estavam de acordo com as necessidades das aves. O maior conforto térmico das aves, nesta semana, deve-se as maiores temperaturas no turno da tarde, que ajudaram no melhor aquecimento das aves. Na 3ª semana as aves também estavam sob condição de conforto térmico.

Na 4ª semana, o ambiente do galpão estava sob a condição de alerta, devido ao estresse por calor. Na 5ª e 6ª semana, a condição de estresse foi intensificada e o IEC passou para a condição crítica. Esses valores indicam uma condição ruim no interior do galpão, e demonstram que é importante que o ambiente do galpão seja constantemente monitorado e climatizado, pois a combinação de elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar pode levar as aves a morte. Quando as aves são submetidas a estresse térmico, dependendo da magnitude e duração deste, verifica-se elevados índices de prostração e mortalidade nas aves (MOURA, 2001).

Na Tabela 5 estão os valores do Índice Entalpia de Conforto (IEC) e suas faixas de conforto para cada semana de vida de frangos de corte.

Tabela 5 – Tabela com os limites do IEC (kJ/kg ar seco) a cada semana de vida de frangos de corte

Limites do IEC (kJ/kg ar seco)							
Classificação	Limite	IEC					
		1ª sem	2ª sem	3ª sem	4ª sem	5ª sem	6ª sem
Alerta	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	54,9	52,1
Alerta	INFERIOR	88,4	77,1	67,0	57,8	55,0	52,2
	SUPERIOR	106,5	92,8	80,6	69,6	66,2	63,0
Crítica	INFERIOR	106,6	92,9	80,7	69,7	66,3	63,1
	SUPERIOR	122,0	106,4	92,5	80,1	76,3	72,6
Letal	INFERIOR	122,1	106,5	92,6	80,2	76,4	72,7
	SUPERIOR	145,8	127,6	121,9	116,4	111,1	106,0

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

4.2 Avaliação estatística das variáveis ambientais

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.

Tabela 6 – Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 1ª semana

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
Tgalpão (°C)	35,4 A	34,1 Ba
Texterna (°C)	33,4 A	34,4 Bb
URgalpão (%)	39	43
URexterna (%)	39	43
IECgalpão (kJ/kg de ar seco)	70,5	70,1
IECexterna (kJ/kg de ar seco)	65,0	71,4

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

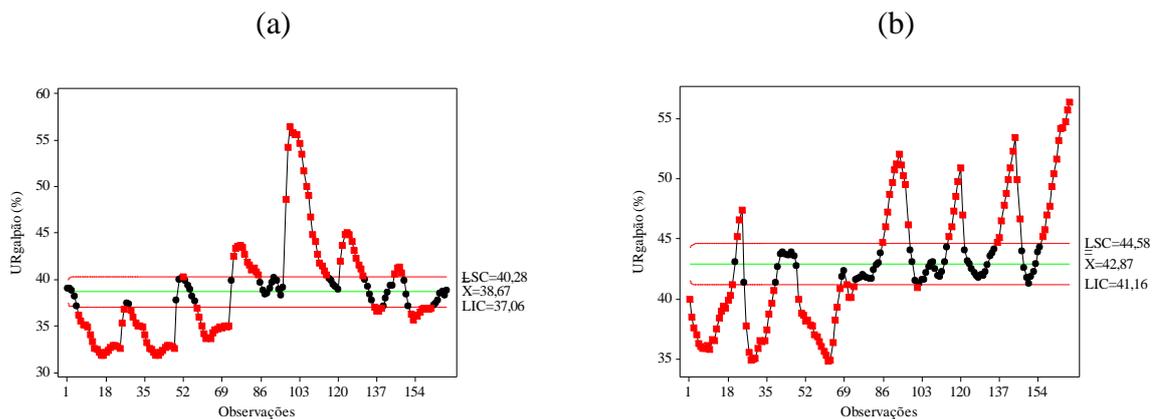
Na 1ª semana, a temperatura no turno da tarde ficou abaixo da necessária para frangos de corte primeiros dias de vida. Aquecer um aviário não é uma tarefa fácil no Brasil, uma vez que as instalações são abertas e sem nenhum isolamento térmico (TINÔCO, 1995). Desta forma, o gasto de energia para o aquecimento do ar dos ambientes onde estão alojados os pintinhos é sempre maior que nos galpões isolados (CORDEIRO *et al.*, 2010). Ainda segundo Cordeiro *et al.* (2010), 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.

De acordo com o teste de médias é possível observar que a média de temperatura, tanto no interior do galpão, quanto na parte externa, diferiram entre os turnos.

Ainda segundo este teste a temperatura na parte interna do galpão difere da temperatura na parte externa no turno da manhã.

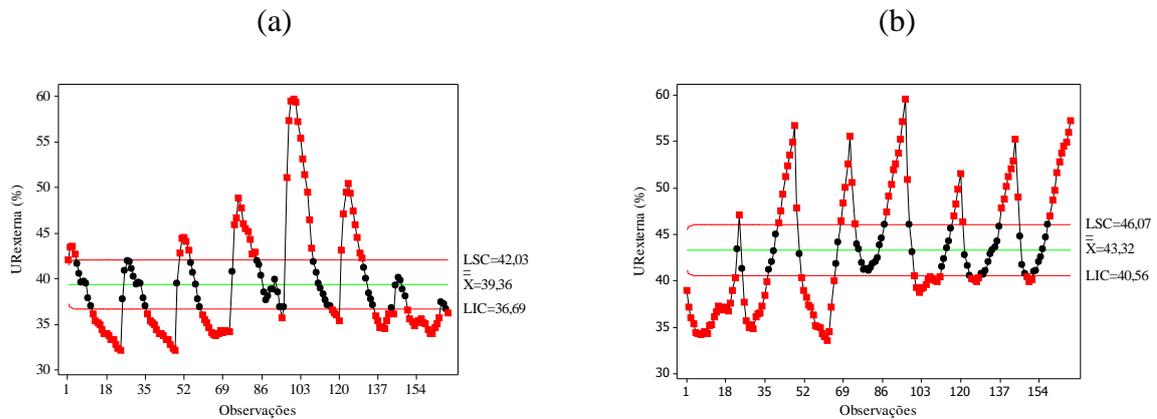
A umidade relativa do ar não apresentou normalidade de distribuição dos dados (Tabela 24). Por isso foi feito o gráfico da média móvel exponencialmente ponderada (Figura 24 e 25).

Figura 24 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da umidade relativa do ar (UR) no interior do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana



LC – linha central, LSC – limite superior de controle e LIC – limite inferior de controle.

Figura 25 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada da umidade relativa do ar (UR) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana

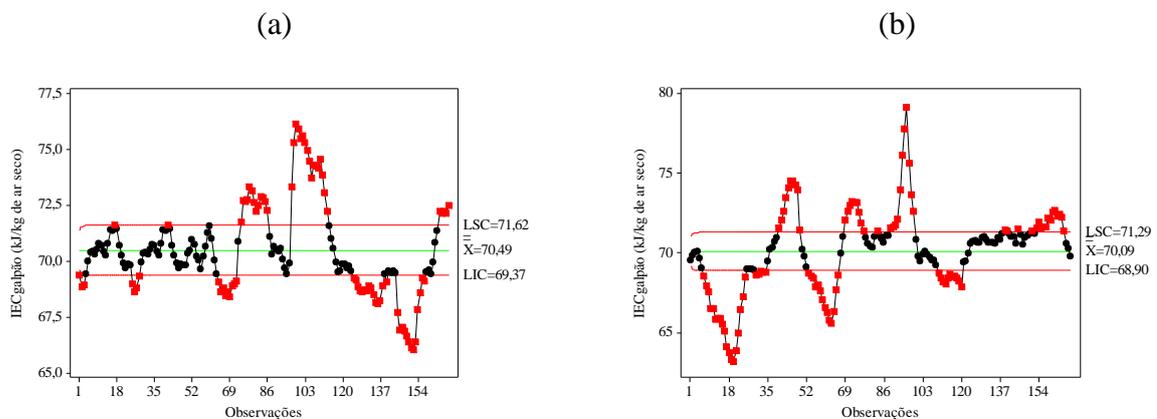


LC – linha central, LSC – limite superior de controle e LIC – limite inferior de controle.

De acordo com os gráficos, é possível observar que a maioria das observações da umidade relativa do ar ficou fora dos limites, representado pelas linhas vermelhas. Essa alta quantidade de pontos fora dos limites demonstra alta variação desta variável ao longo do tempo.

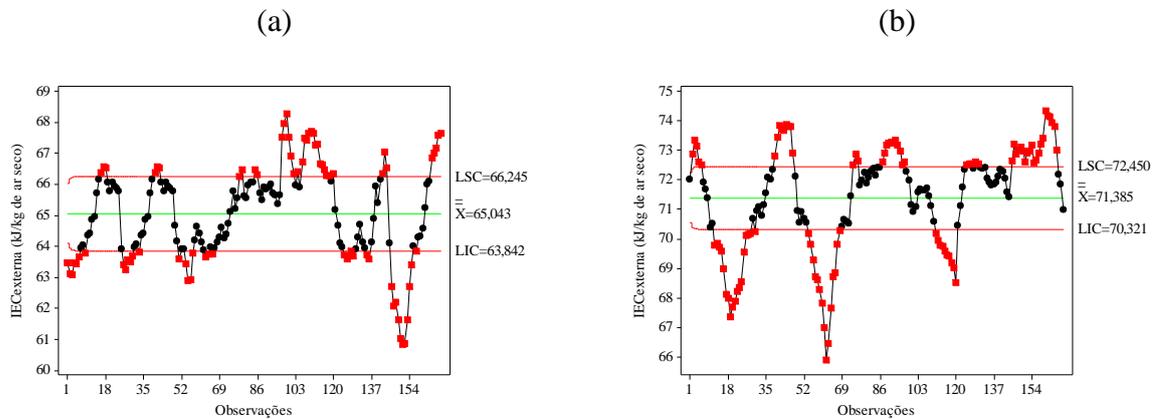
Assim como a umidade relativa do ar não apresentou normalidade, a variável Índice Entalpia de Conforto também não apresentou distribuição normal (Tabela 25). Por isso foi feito o gráfico da média móvel exponencialmente ponderada (Figura 26 e 27).

Figura 26 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) no interior do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana



LC – linha central, LSC – limite superior de controle e LIC – limite inferior de controle.

Figura 27 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 1ª semana



LC – linha central, LSC – limite superior de controle e LIC – limite inferior de controle.

Campos (2007) e Barros (2008) consideram que se 95 % dos pontos estiverem dentro do limites de controle especificados o processo apresenta estabilidade. De acordo com as Figuras 26 e 27, é possível observar que muitos pontos, mais de 5 %, estão fora dos limites, mostrando que o processo não apresenta estabilidade. O processo é considerado instável pela sua alta variação. Provavelmente a alta variabilidade dos dados no IEC se deve ao fato de a umidade relativa do ar também ter tido muita variação. Isto acontece porque a umidade relativa do ar é uma das variáveis envolvidas diretamente no cálculo do IEC.

A Tabela 7 contém os valores do teste de médias para as variáveis temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 2ª semana de avaliação.

Tabela 7 – Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 2ª semana

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
Tgalpão (°C)	33,0 Aa	32,7 Ba
Texterna (°C)	33,7 Ab	34,4 Bb
URgalpão (%)	41 Aa	47 Ba
URexterna (%)	36 Ab	44 Bb
IECgalpão (kJ/kg de ar seco)	65,8 Aa	69,3 Ba
IECexterna (kJ/kg de ar seco)	63,1 Ab	71,7 Bb

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Assim como na 1ª semana, as variáveis ambientais estavam abaixo das requisitadas por frangos de corte nessa fase. Nesta semana, a umidade relativa do ar estava bem baixa e chegou próxima a 40 %, que pode causar danos as aves. Com a diminuição da umidade relativa, as trocas de calor entre o animal e o ambiente por via latente são aumentadas e, em condições de frio, o animal apresenta desenvolvimento mais rápido do empenamento, melhorando o isolamento térmico e bloqueando a transferência de calor (MEDEIROS *et al.*, 2005).

De acordo com a Tabela 7, pode-se verificar diferença significativa quando comparada a temperatura do galpão entre os turnos (manhã e tarde). Verifica-se também a diferença quando comparado à temperatura do galpão com a temperatura externa no turno da manhã, porém a média no turno da tarde não diferiu, pois as médias foram muito próximas.

As médias da umidade relativa do ar diferiram estatisticamente entre os turnos e entre o ambiente interno e externo. O mesmo ocorreu com o IEC.

A Tabela 8 contém os valores do teste de médias para as variáveis temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 3ª semana de avaliação.

Tabela 8 – Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 3ª semana

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
Tgalpão (°C)	31,4 Aa	31,0 Ba
Texterna (°C)	32,8 Ab	33,6 Bb
URgalpão (%)	39 A	45 B
URexterna (%)	40 A	47 B
IECgalpão (kJ/kg de ar seco)	59,8 Aa	62,8 Ba
IECexterna (kJ/kg de ar seco)	63,2 Ab	71,3 Bb

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Nessa semana as condições ambientais estavam de acordo com as necessidades de frangos de corte na 3ª semana de vida e, portanto obteve os melhores resultados do IEC. Medeiros *et al.* (2005) avaliaram que em ambientes considerados confortáveis as aves se

apresentaram bastante tranquilas, sem tremor, com dispersão normal, com bom consumo de ração, bom ganho de peso, excelente conversão alimentar, bastante sonolentas, frequência respiratória considerada normal e fezes pastosas. Todos esses fatores convergem para a melhora dos índices zootécnicos desses animais.

De acordo com o teste F, contido na análise de variância (ANOVA), na Tabela 35, as médias da umidade relativa do ar dentro e fora do galpão, no turno da manhã e da tarde não apresentaram diferença significativas a 5% de significância. A semelhança entre as médias, mostrado no teste F, fez com que não houvesse a necessidade de realizar o teste de médias.

Todas as médias comparadas da temperatura e do IEC diferiram estatisticamente.

A Tabela 9 contém os valores do teste de médias para as variáveis temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 4ª semana de avaliação.

Tabela 9 – Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 4ª semana

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
Tgalpão (°C)	31,2 Aa	30,4 Ba
Texterna (°C)	33,0 Ab	33,8 Bb
URgalpão (%)	53 Aa	57 Ba
URexterna (%)	44 Ab	49 Bb
IECgalpão (kJ/kg de ar seco)	68,8	69,2
IECexterna (kJ/kg de ar seco)	68,1	73,9

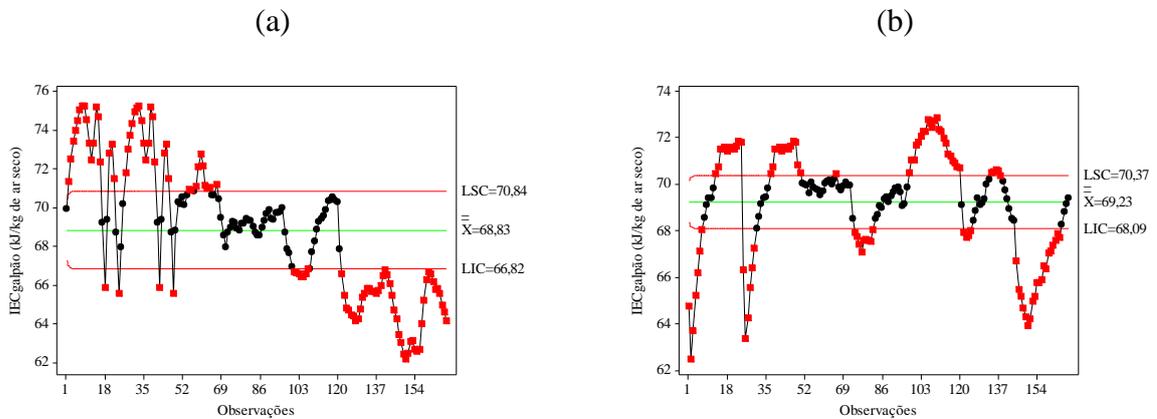
Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Nesta semana, as aves já começam a demandar temperaturas mais amenas, porém as condições ambientais do galpão ficaram além dessa necessidade. Assim, as aves começaram a sofrer com o estresse térmico por calor.

Todas as comparações de médias feitas entre as variáveis de temperatura e umidade relativa do ar diferiram estatisticamente.

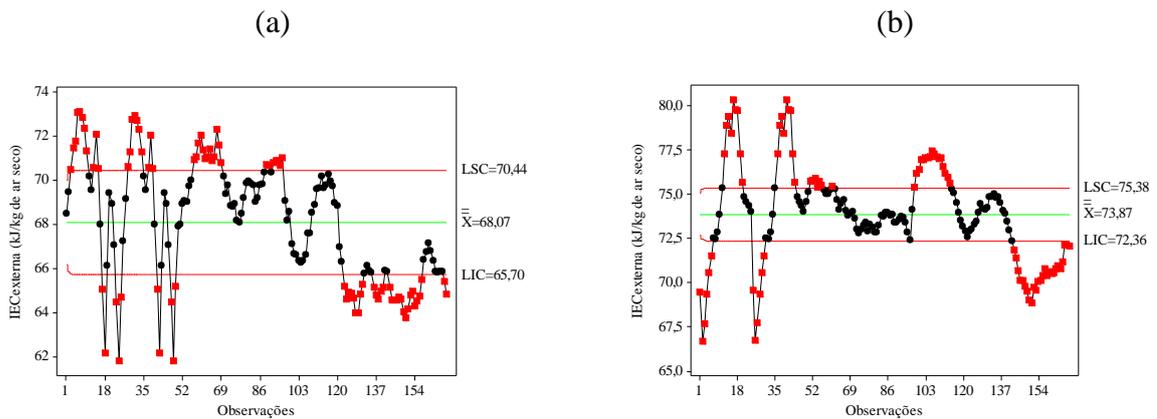
O IEC não apresentou normalidade de distribuição dos dados (Tabela 42). Por isso foi feito o gráfico da Média móvel exponencialmente ponderada (Figura 28 e 29).

Figura 28 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) no interior do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 4ª semana



LC – linha central, LSC – limite superior de controle e LIC – limite inferior de controle.

Figura 29 – Gráfico da média móvel exponencialmente ponderada do Índice Entalpia de Conforto (IEC) na parte externa do galpão, no turno da manhã (a) e da tarde (b), na 4ª semana



LC – linha central, LSC – limite superior de controle e LIC – limite inferior de controle.

De acordo com os gráficos, é possível observar que mais de 5 % dos pontos, estão fora dos limites, mostrando que o processo não apresenta estabilidade. Este processo é considerado fora do limite de controle estatístico.

A Tabela 10 contém os valores do teste de médias para as variáveis temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 5ª semana de avaliação.

Tabela 10 – Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 5ª semana

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
Tgalpão (°C)	32,1 Aa	31,1 Ba
Texterna (°C)	35,5 b	35,2 b
URgalpão (%)	45 Aa	55 Ba
URexterna (%)	35 Ab	44 Bb
IECgalpão (kJ/kg de ar seco)	65,7 Aa	69,9 Ba
IECexterna (kJ/kg de ar seco)	67,4 Ab	74,4 Bb

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Nessa semana, as variáveis ambientais estão além das necessidades das aves, provocando estresse térmico por calor. Nos ambientes considerados quentes, observou-se que, à medida que a temperatura do ar se elevava, o ambiente tornava-se cada vez mais desagradável, as aves ficam agitadas e se dispersavam para aumentar a dissipação do calor corporal para o ambiente.

De acordo com o teste F (Tabela 44), a temperatura externa no turno da manhã não diferiu estatisticamente da temperatura externa do turno da tarde a 5% de significância.

Nesta semana todas as comparações de médias feitas entre as variáveis de temperatura, umidade relativa do ar e IEC diferiram estatisticamente.

A Tabela 11 contém os valores do teste de médias para as variáveis: temperatura, umidade relativa do ar e do IEC na 6ª semana de avaliação.

Tabela 11 – Médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC em galpão de frangos de corte, na 6ª semana

Observações	Período	
	Manhã	Tarde
Tgalpão (°C)	31,0 Aa	30,4 Ba
Texterna (°C)	34,0 Ab	34,7 Bb
URgalpão (%)	51 Aa	59 Ba
URexterna (%)	39 Ab	45 Bb

IECgalpão (kJ/kg de ar seco)	66,6 A	70,5 Ba
IECexterno (kJ/kg de ar seco)	66,4 A	73,9 Bb

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Essa semana foi mais crítica para as aves, devido ao aumento da umidade relativa do ar ocasionada pelo maior tempo de uso dos nebulizadores.

Pode-se verificar diferença significativa quando comparada a temperatura do galpão e da parte externa entre o turno da manhã e da tarde. Verifica-se também a diferença quando comparado à temperatura do galpão com a temperatura externa. É possível observar valores mais elevados de umidade relativa interna, devido à ação dos nebulizadores utilizados para a climatização dentro do galpão e a diferença foi significativa quando comparados umidade externa e interna.

4.3 Geoestatística

Foram analisados os atributos temperatura da cama de frangos de corte ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) e luminosidade (lux), na 4^a, 5^a e 6^a semana de uso dos galpões de frango de corte. A 4^a semana corresponde à semana que antecede o início do uso da nebulização nos galpões. Na 5^a e 6^a semana a nebulização é muito utilizada e pode prejudicar a qualidade da cama de frangos de corte, devido ao excesso de umidade que pode se acumular na cama.

4.3.1 Estatística descritiva básica e teste de médias

Inicialmente os dados coletados de temperatura da cama das aves (T_{cama}), velocidade do vento (VV) e luminosidade (Lum) foram analisados através da estatística descritiva básica. Na Tabela 12 estão os valores calculados desses atributos para o turno da manhã.

Tabela 12 – Estatística descritiva básica no turno da manhã, para os atributos avaliados de temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux) na 4^a, 5^a e 6^a semana de uso do galpões

Observações	4 ^a semana			5 ^a semana			6 ^a semana		
	Tcama	VV	Lum	Tcama	VV	Lum	Tcama	VV	Lum
Média ($^{\circ}\text{C}$)	31,3	1,6	1832	31,9	1,9	1616	32,2	2,1	1894
Mínimo ($^{\circ}\text{C}$)	29,7	0,5	879	30,2	1,3	695	30,0	1,2	787
Máximo ($^{\circ}\text{C}$)	33,3	3,1	4000	33,5	2,9	3298	34,5	3,6	5257
DP ($^{\circ}\text{C}$)	0,684	0,6071	862,8	0,724	0,3374	741,2	0,959	0,4765	1024,3
Variância	0,468	0,3685	744424,3	0,524	0,1139	549368,5	0,920	0,2270	1049244,5
CV (%)	2,19	37,34	47,11	2,27	17,35	45,86	2,97	22,88	54,09
Amplitude ($^{\circ}\text{C}$)	3,517	2,6000	3121,0	3,350	1,6500	2603,2	4,467	2,3333	4470,2
Simetria	0,24	0,07	0,95	0,01	0,31	0,86	-0,11	0,47	1,23
Curtose	-0,21	-0,86	-0,28	-0,54	-0,37	-0,39	-0,83	-0,13	0,60

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

Nessa tabela, é interessante notar que o valor médio da temperatura da cama das aves aumentou a cada semana e foi $31,3^{\circ}\text{C}$ na 4^a semana, $31,9^{\circ}\text{C}$ na 5^a semana e $32,2^{\circ}\text{C}$ na 6^a semana de uso dos galpões.

A temperatura da cama apresentou os menores valores do coeficiente de variação, indicando uma distribuição mais homogênea dos dados. A luminosidade foi o atributo que apresentou os maiores valores do coeficiente de variação, o que segundo Silva *et al.* (2013) pode ser um indicador da existência de heterogeneidade nos dados avaliados.

Segundo Warrick e Nielsen (1980), os valores do coeficiente de variação são classificados como baixo quando o $\text{CV} < 12\%$, médio $12\% < \text{CV} < 24\%$ e alto quando o $\text{CV} > 24\%$. Os valores do coeficiente de variação da temperatura da cama das aves apresentam baixa variação, pois nas três avaliações o valor do CV ficou abaixo de 12% . Já os valores do coeficiente de variação da velocidade do vento podem ser classificados como altos na 4^a semana, e moderados na 5^a e 6^a semana. Faria *et al.* (2008) pondera que a alta variabilidade do vento se deve ao fato de que o vento é caracterizado por mudar sua magnitude e direção constantemente, com variações de até 100% na média da magnitude num intervalo de cinco minutos.

Os coeficientes de variação da luminosidade foram classificados como altos, pois todos estavam acima de 24% . Os altos valores de variância, desvio padrão e coeficiente de

variação indicam que a luminosidade dentro do galpão, no turno da manhã apresentou forte variação espacial. Já o atributo temperatura da cama e velocidade do vento tiveram menor variação espacial ao longo do galpão.

A análise do coeficiente de variação é interessante, pois seu resultado é expresso em porcentagem e segundo Mohallem *et al.* (2008) como medida de dispersão, a principal qualidade do CV é a capacidade de comparar resultados de diferentes trabalhos que envolvem a mesma variável-resposta, permitindo quantificar a precisão das pesquisas.

A Tabela 13 contém os valores do teste de médias para as variáveis: temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade, durante a manhã, nas três semanas de avaliação.

Tabela 13 – Teste de médias dos atributos temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade no turno da manhã, na 4^a, 5^a e 6^a semana de uso do galpão

Variáveis	4^a semana	5^a semana	6^a semana
Tcama (°C)	31,3 A	31,9 B	32,2 C
VV (m.s ⁻¹)	1,6 A	1,9 B	2,1 C
Luminosidade (lux)	1832 AB	1616 A	1894 B

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<5 %).

Através do teste de médias, foi possível observar que a temperatura da cama das aves, a velocidade do vento e a luminosidade diferem estatisticamente nas três semanas em que foram avaliadas. Isso demonstra que os tratamentos estudados não são iguais e que realmente diferem um do outro.

O valor da temperatura da cama das aves foi aumentando a cada semana, mostrando que o uso da nebulização de forma inadequada pode afetar a qualidade da cama e prejudicar o conforto das aves que ficam sob este substrato.

Os atributos temperatura da cama de frangos de corte (°C), velocidade do vento (m.s⁻¹) e luminosidade (lux), na 4^a, 5^a e 6^a semana de uso dos galpões de frango de corte, também foram avaliados no turno da tarde. Na Tabela 14 é possível observar a análise estatística descritiva básica para estes atributos, durante as três semanas de avaliação, no turno da tarde.

Tabela 14 – Estatística descritiva básica no turno da tarde, para os atributos avaliados de temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux) na 4^a, 5^a e 6^a semana de uso do galpões

Observações	4 ^a semana			5 ^a semana			6 ^a semana		
	Tcama	VV	Lum	Tcama	VV	Lum	Tcama	VV	Lum
Média ($^{\circ}\text{C}$)	31,2	1,4	1155	32,1	0,6	961	32,5	1,6	989
Mínimo ($^{\circ}\text{C}$)	29,5	0,7	480	30,0	1,1	480	30,1	0,7	517
Máximo ($^{\circ}\text{C}$)	32,9	2,7	2719	32,0	3,6	1799	34,3	3,0	2172
DP ($^{\circ}\text{C}$)	0,712	0,3907	504,4	0,771	0,177	317,6	0,924	0,4302	348,2
Variância	0,508	0,1527	524399,3	0,595	0,03145	100857,3	0,854	0,1850	121254,4
CV (%)	2,28	27,26	43,66	2,40	18,92	33,04	2,85	27,41	35,21
Amplitude ($^{\circ}\text{C}$)	3,400	2,0833	2238,8	3,767	2,5000	1318,8	4,183	2,3333	1655,0
Simetria	0,06	0,77	0,95	-0,03	0,54	0,53	-0,09	0,76	0,60
Curtose	-0,45	1,14	0,43	-0,55	1,42	-0,76	-0,80	0,62	-0,18

CV – coeficiente de variação e DP – desvio padrão.

Através destes valores, é possível constatar que o valor da temperatura da cama das aves seguiu o mesmo padrão do turno da manhã e aumentou a cada semana, passando de $31,2^{\circ}\text{C}$ na 4^a semana a $32,5^{\circ}\text{C}$ na 6^a semana. Na quarta semana, ainda não há o uso de nebulização, desta forma não há o acréscimo da água da nebulização no substrato da cama. Após o início da nebulização houve um aumento de $1,3^{\circ}\text{C}$ na temperatura da cama das aves.

Assim como no período da manhã, a temperatura da cama apresentou os menores valores do coeficiente de variação, onde todos são considerados baixos, segundo Warrick e Nielsen (1980), pois os valores foram menores que 12 %. A luminosidade, também, foi o atributo que apresentou os maiores valores do coeficiente de variação. Todos os valores do coeficiente de variação foram maiores no turno da tarde em relação ao turno da manhã e todos foram considerados altos segundo Warrick e Nielsen (1980), pois estão acima de 24 %. Os coeficientes de variação da velocidade do vento foram classificados como forte na 4^a e 6^a semana e moderado na 5^a semana.

Assim como no turno da manhã, os elevados valores de variância, desvio padrão e coeficiente de variação indicaram que a luminosidade dentro do galpão apresentou forte variação espacial. Já o atributo temperatura da cama e velocidade do vento tiveram menor variação espacial ao longo do galpão.

A Tabela 15 contém os valores do teste de médias para as variáveis temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade, durante a tarde, nas três semanas de avaliação.

Tabela 15 – Teste de médias dos atributos temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade no turno da tarde, na 4ª, 5ª e 6ª semana de uso do galpão

Variáveis	4ª semana	5ª semana	6ª semana
Tcama (°C)	31,2 A	32,1 B	32,5 C
VV (m.s ⁻¹)	1,4 A	0,6 B	1,6 C
Luminosidade (lux)	1155 A	961 B	989 B

Médias seguidas de mesmas letras nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (p<5 %).

Assim como no turno da manhã, o teste demonstrou que no turno da tarde a média da temperatura da cama e velocidade do vento diferiram estatisticamente a cada semana. A temperatura da cama foi crescente a cada semana. Já a luminosidade na 4ª semana diferiu da luminosidade na 5ª e 6ª semana, que foram consideradas iguais segundo o teste de médias.

4.3.2 Análise geoestatística

Após a análise estatística descritiva básica dos atributos temperatura da cama das aves, velocidade do vento e luminosidade foi feita a análise da geoestatística e os resultados estão apresentados na Tabela 16.

Tabela 16 – Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais no turno da manhã, para os atributos de temperatura da cama das aves (°C), velocidade do vento (m.s⁻¹) e luminosidade (lux), na 4ª, 5ª e 6ª semana de uso dos galpões

Observações	Modelo	C _o	C _o +C	Alcance	C/(C+C _o).100	R ²	
4ª semana	Tcama	Exponencial	4070,0	0,8150	619,2	50,1	0,182
	VV	Linear	3668,0	0,3703	75,0752	00,9	0,003
	Lum	Linear	742990436	742990,46	75,0752	00,0	0,266
5ª semana	Tcama	Esférico	2210,0	1,3270	210,9	83,3	0,868
	VV	Linear	1094,0	0,1094	75,0752	00,0	0,255
	Lum	Linear	548320112	548320,112	75,0752	00,0	0,057
6ª semana	Tcama	Linear	10,0	2,0110	78,7	100	0,961
	VV	Exponencial	1941,0	0,3892	632,7	50,1	0,282
	Lum	Exponencial	894000000	1789000,0	632,7	50,0	0,523

Co é o efeito pepita, Co+C é o patamar, C/(C+Co) é o grau de dependência espacial e R² é o coeficiente de determinação.

Os semivariogramas das variáveis, temperatura da cama das aves no turno da tarde se ajustaram ao modelo exponencial e linear. Os semivariogramas da velocidade do vento se ajustaram ao modelo esférico e linear. E os semivariogramas da luminosidade se ajustaram ao modelo linear e exponencial. No atributo temperatura da cama e velocidade do vento Silva *et al.* (2013), também, encontraram o modelo linear e exponencial, respectivamente, como o semivariograma mais ajustado na 6ª semana de avaliação de galpão de frangos de corte.

O C_0 , que é o efeito pepita, segundo Faria *et al.* (2008) reflete a variabilidade não explicada em função da distância da amostragem utilizada, como variações locais, erros de análise, erros de amostragem e outros. De acordo com os dados avaliados é possível avaliar, segundo Vieira (2000) que alguns atributos apresentaram efeito pepita puro, característica da ausência de dependência espacial, em que a variabilidade é associada ao efeito aleatório, ou seja, à independência das amostras. Os resultados da análise geoestatística mostraram que nem todos os atributos estudados apresentaram dependência espacial. A luminosidade na 4ª semana não apresentou dependência espacial, assim também como a velocidade do vento e luminosidade na 5ª semana de avaliação.

De acordo com os resultados, é possível observar que o Índice de Dependência Espacial (IDE), representado pela fórmula $C/(C+C_0).100$, apresentou para o atributo temperatura da cama correlação moderada, forte e forte, respectivamente, nas três semanas de avaliação. O atributo velocidade do vento apresentou correlação fraca e moderada, na 4ª e 6ª semana, respectivamente. E o atributo luminosidade, de acordo com padrões propostos por Zimback (2001), apresentou correlação moderada na 6ª semana de avaliação. Estes resultados concordaram com os de Silva *et al.* (2013), que também encontraram correlação moderada para a velocidade do vento, na 6ª semana de uso de galpão de frangos de corte.

As variáveis apresentaram diferentes alcances de dependência espacial, sendo que os atributos de velocidade do vento e luminosidade, na 6ª semana de avaliação, apresentaram os maiores valores de alcance, ambas com 632,7 m. Quanto menor o alcance, mais rapidamente é obtida a independência entre amostras, uma vez que o alcance é a distância limite da dependência espacial (SILVA *et al.*, 2007).

A análise da geoestatística também foi feita para o turno da tarde e os resultados estão apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Modelos e parâmetros estimados dos semivariogramas experimentais no turno da tarde, para os atributos de temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux), na 4^a, 5^a e 6^a semana de uso dos galpões

Observações	Modelo	C_0	C_0+C	Alcance	$C/(C+C_0).100$	R^2	
4 ^a semana	Tcama	Exponencial	4160,0	0,8330	417,6	50,1	0,120
	VV	Exponencial	1277,0	0,2564	632,7	50,2	0,429
	Lum	Exponencial	216600000	433300,0	632,7	50,0	0,622
5 ^a semana	Tcama	Esférico	2310,0	1,4640	178,2	84,2	0,931
	VV	Exponencial	25850,0	0,0518	632,7	50,1	0,231
	Lum	Exponencial	85800000,0	171700,0	632,7	50,0	0,246
6 ^a semana	Tcama	Esférico	280,0	2,0660	125,0	98,6	0,953
	VV	Esférico	1315,0	0,2690	167,8	51,1	0,481
	Lum	Exponencial	102900000	205900,0	632,7	50,0	0,479

Co é o efeito pepita, Co+C é o patamar, $C/(C+C_0)$ é o grau de dependência espacial e R^2 é o coeficiente de determinação.

Os semivariogramas das variáveis, temperatura da cama das aves no turno da tarde se ajustaram ao modelo exponencial e esférico. Os semivariogramas da velocidade do vento se ajustaram ao modelo exponencial e esférico. E os semivariogramas da luminosidade se ajustaram ao modelo exponencial.

Os resultados da análise geoestatística, no turno da tarde, mostraram que todos os atributos estudados apresentaram dependência espacial com grau variando de moderado a forte segundo classificação de Zimback (2001).

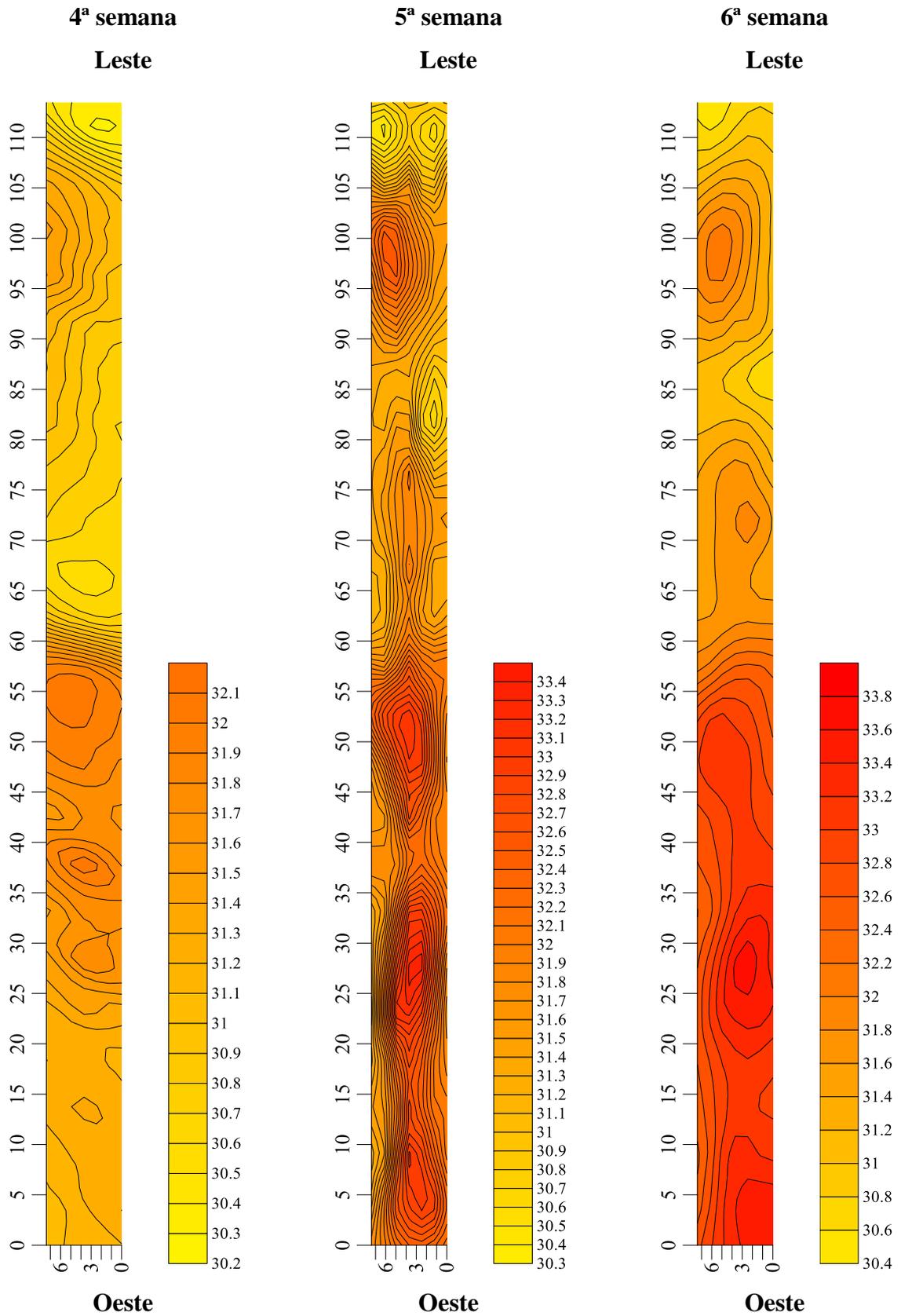
De acordo com os resultados é possível observar que o Índice de Dependência Espacial (IDE), representado pela fórmula $C/(C+C_0).100$, apresentou para o atributo temperatura da cama correlação moderada, forte e forte, respectivamente, nas três semanas de avaliação. Os atributos velocidade do vento e luminosidade apresentaram correlação moderada em todas as semanas de avaliação, de acordo com padrões propostos por Zimback (2001). Estes resultados concordaram com os de Silva *et al.* (2013), que também encontraram correlação moderada para a velocidade do vento, na 6^a semana de uso de galpão de frangos de corte.

4.3.3 Mapas de krigagem

Após a avaliação da geoestatística os mapas de krigagem, que representam a distribuição espacial das variáveis foram desenvolvidos com o auxílio do software Surfer[®].

Na Figura 30 estão os mapas de krigagem do atributo temperatura da cama no turno da manhã.

Figura 30 – Mapas de krigagem para o atributo temperatura da cama de frangos de corte (Tcama, em °C), na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã



Os valores da temperatura da cama de frangos de corte, no turno da manhã, variaram de 30,2 °C a 33,8 °C. A 5ª semana foi a que teve maior variação de temperaturas ao longo do galpão.

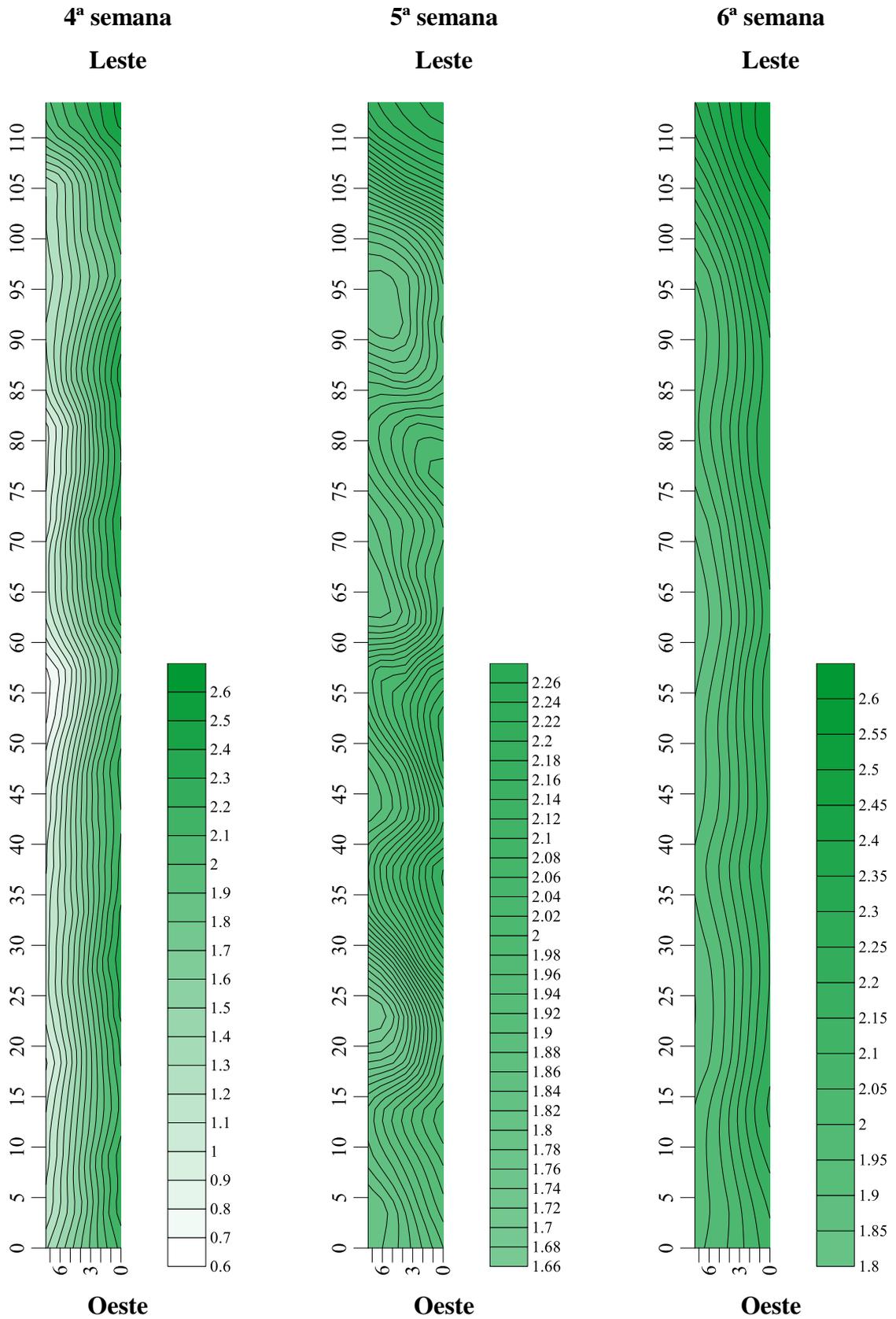
Através dos mapas é possível observar que a cada semana as cores do mapa ficam mais escuras, passando de amarelo para laranja. Este fato comprova o que foi constatado no teste de médias, que a temperatura da cama das aves foi crescente a cada semana e diferiram estatisticamente umas das outras.

Outro ponto a ser destacado nos mapas é a que as maiores temperaturas da cama, que podem causar mais desconforto aos animais, estão na parte situada a oeste, parte do galpão que fica sob maior intensidade de raios solares, como é possível observar no mapa da distribuição espacial da luminosidade (Figura 30). Segundo Barbosa Filho *et al.* (2007a) as aves tendem a trocar calor do corpo por contato com a cama ou o solo, que costuma estar a uma temperatura inferior à do corpo do animal, favorecendo a troca de calor por condução. Desta forma, os locais onde a temperatura da cama está mais elevada pode dificultar a troca de calor das aves por condução com a cama e favorecer o quadro de estresse por calor.

Carvalho *et al.* (2011) ressaltam que valores altos de temperatura de cama podem ocorrer possivelmente por uma elevação da temperatura ambiente, bem como da umidade da cama, o que aumenta a capacidade de fermentação, podendo atingir até 50 °C internamente.

Na Figura 31 estão os mapas de krigagem do atributo velocidade do vento no turno da manhã.

Figura 31 – Mapas de krigagem para o atributo velocidade do vento ($m.s^{-1}$), em galpão de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã



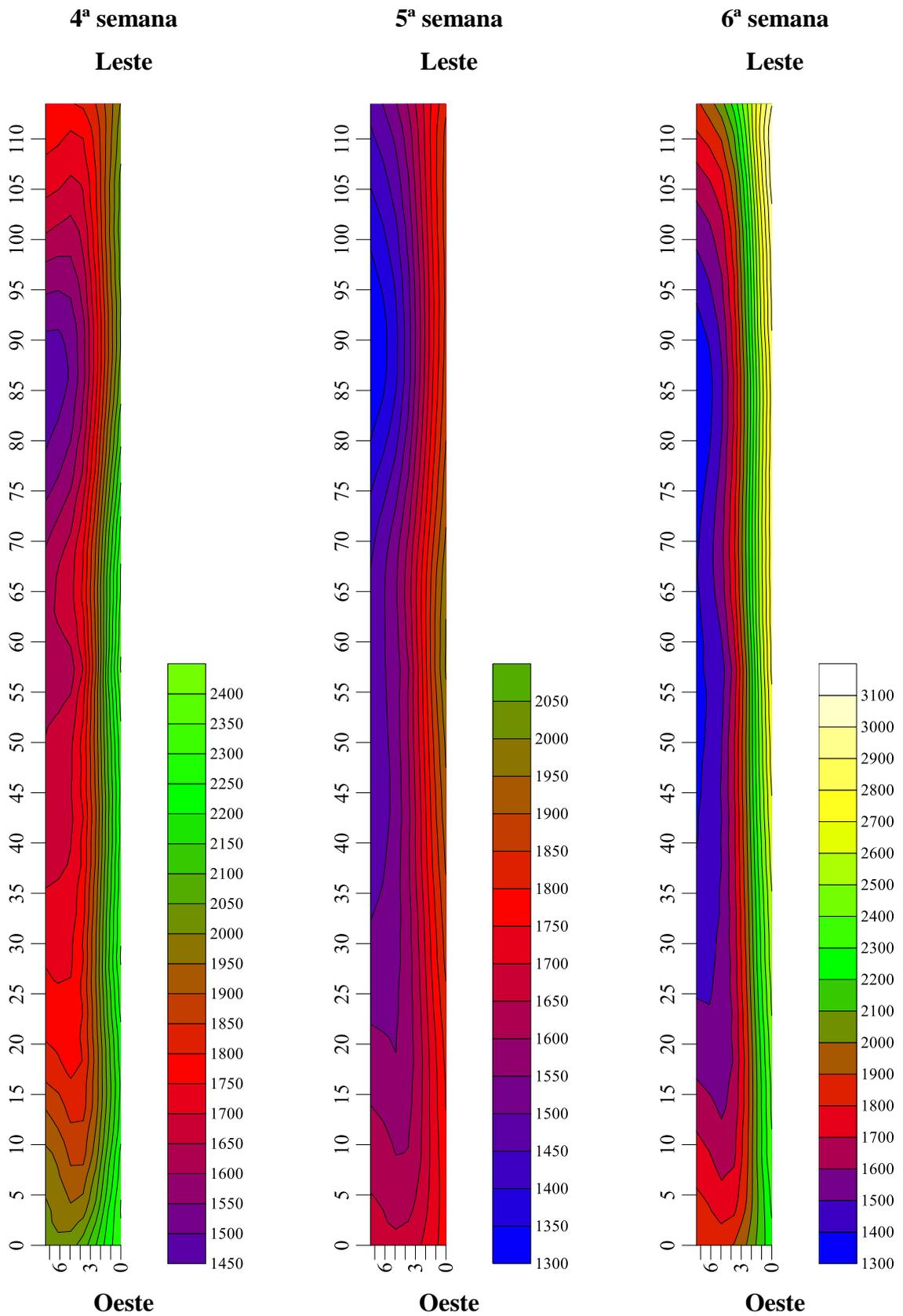
Os valores da velocidade do vento no turno da manhã variaram de $0,6 \text{ m.s}^{-1}$ a $2,6 \text{ m.s}^{-1}$. Neste mapa é possível observar que a 4ª semana foi a que teve menos intensidade de ventos, principalmente na lateral esquerda.

Ainda, de acordo com os mapas, é possível observar que a maior intensidade de ventos ocorreu na parte leste, na cabeceira dos galpões. A alta intensidade do vento nesta área pode ajudar a minimizar o desconforto térmico das aves neste local. Segundo Calvet *et al.* (2010) uma adequação da taxa de ventilação permite controlar melhor a emissão de gases poluentes nos aviários, permitindo assim uma melhora do seu ambiente interno.

Apesar de existirem ventiladores neste galpão, estes não foram suficientes para ventilar o ambiente de maneira uniforme. Assim o posicionamento adequado de equipamentos utilizados em alguma das fases de criação pode influenciar a variabilidade das características ambientais e conseqüentemente o desempenho das aves (SILVA *et al.*, 2013).

Na Figura 32 estão os mapas de krigagem do atributo luminosidade no turno da manhã.

Figura 32 – Mapas de krigagem para o atributo luminosidade (lux), em galpão de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã



Os valores da luminosidade dentro do galpão, no turno da manhã, variaram de 1300 lux a 3100 lux. A lateral do lado direito do galpão recebe mais luminosidade, pois recebe a luminosidade do sol nascente.

No mapa da distribuição espacial da luminosidade é possível ver de forma clara que a parte central é menos iluminada.

Neste mapa, é possível observar que a 6ª semana foi a que teve maior intensidade de luminosidade. Este excesso de luminosidade, coincidiu com altos valores de temperatura do ar, que teve média de 31,0 °C nesta semana. A intensidade luminosa, a distribuição, a cor e a duração da luz afetam o desempenho e o bem-estar do lote e o posicionamento adequado das fontes de luz e sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor (MENDES *et al.*, 2010).

Estes mapas mostram que no turno da manhã os galpões sofrem com o excesso de luminosidade que reflete nos altos valores de temperatura encontrados (Figuras 18). O excesso de luminosidade faz com que as aves procurem lugares com temperatura mais amena dentro dos galpões e ocasiona a aglomeração destes animais, que inutilizam as áreas que recebem mais iluminação. Na Figura 33 é possível observar a incidência direta de raios solares na cama das aves, no turno da manhã.

Figura 33 – Incidência direta de raios solares no interior do galpão



Fonte: Próprio autor.

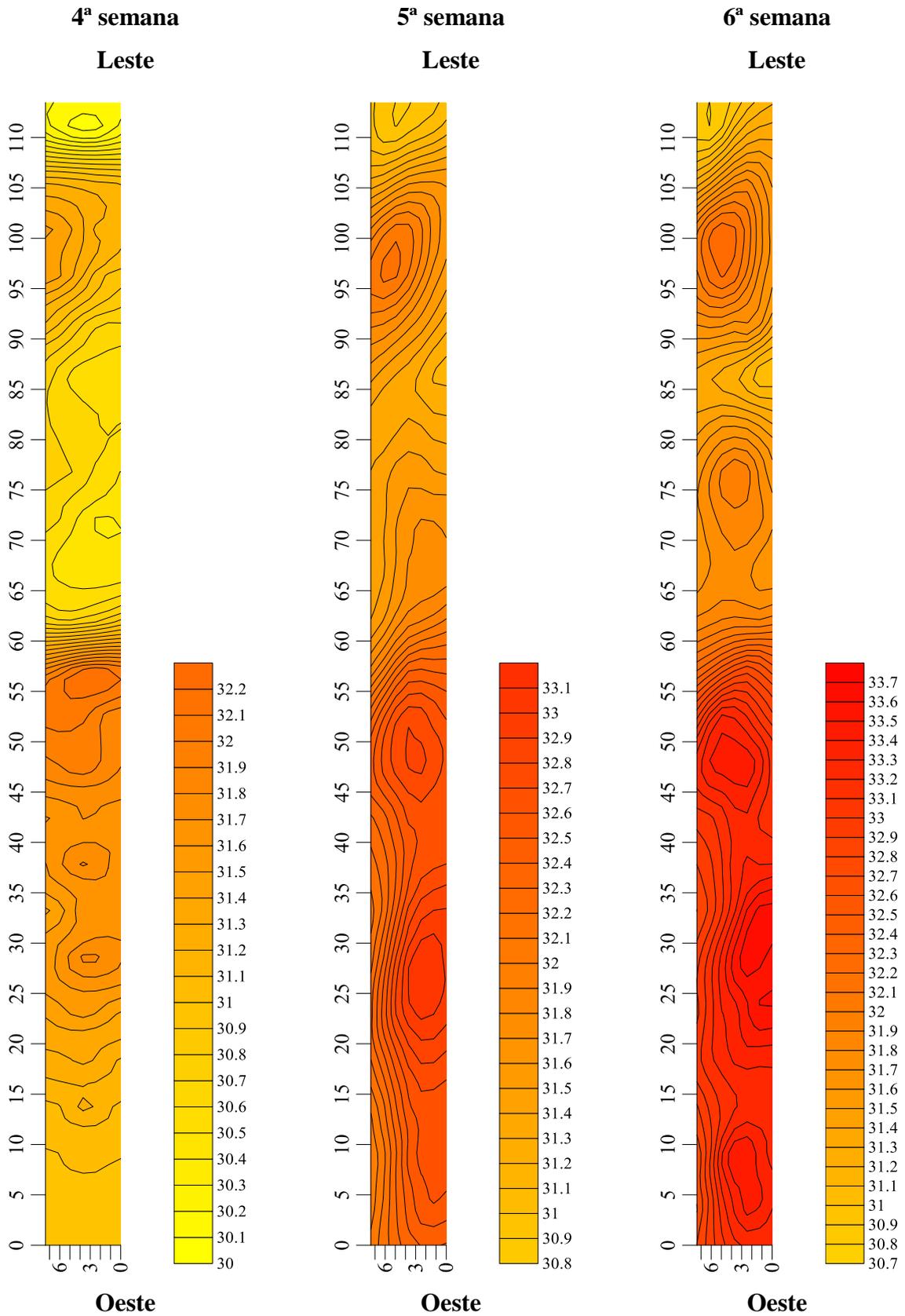
Essa aglomeração das aves ocasiona redução da área utilizada pelas aves no interior do galpão e faz com que a densidade de aves aumente. Essa elevação na densidade é prejudicial, pois faz com que os animais fiquem muito próximos e aumentem a produção de calor nesse local. Pilecco *et al.* (2011) relatam que o aumento da densidade associado às altas temperaturas influenciam diretamente no bem-estar dos animais, principalmente quando os sistemas de criação de aves não proporcionam a estes animais temperaturas corretas para seu manejo adequado.

Na 5^a e 6^a semana, as aves estão bem grandes e ocupam praticamente todo o galpão e nessa fase o aglomeramento pode ser ainda mais prejudicial, pois devido ao reduzido espaço as aves podem subir umas nas outras, esbarrar e aumentar a incidência de arranhões e hematomas, que prejudicam o aproveitamento da carcaça. Na fase final (35 a 42 dias), as aves estavam com densidade de massa por área máxima (36,1 kg m⁻²) e assim, qualquer distúrbio nesta fase teve grande influência nos índices de arranhões (PILECCO *et al.*, 2011). Ferimentos também são portas de entrada para microrganismos causadores de infecções e doenças, que podem levar o animal a morte.

Todos esses fatos evidenciam a necessidade de ajustes no manejo das cortinas durante o turno da manhã, pois fatores climáticos nesse período podem causar danos ao microclima do galpão e portanto, não devem ser subestimados.

Na literatura, o turno da tarde costuma ser retratado como o mais problemático para frangos de corte, pois neste período predominam elevadas temperaturas. Por isso este turno foi avaliado e na Figura 34 estão os mapas de krigagem do atributo temperatura da cama no turno da tarde.

Figura 34 – Mapas de krigagem para o atributo temperatura da cama de frangos de corte (T_{cama}, em °C), na 4^a, 5^a e 6^a semana, no turno da tarde



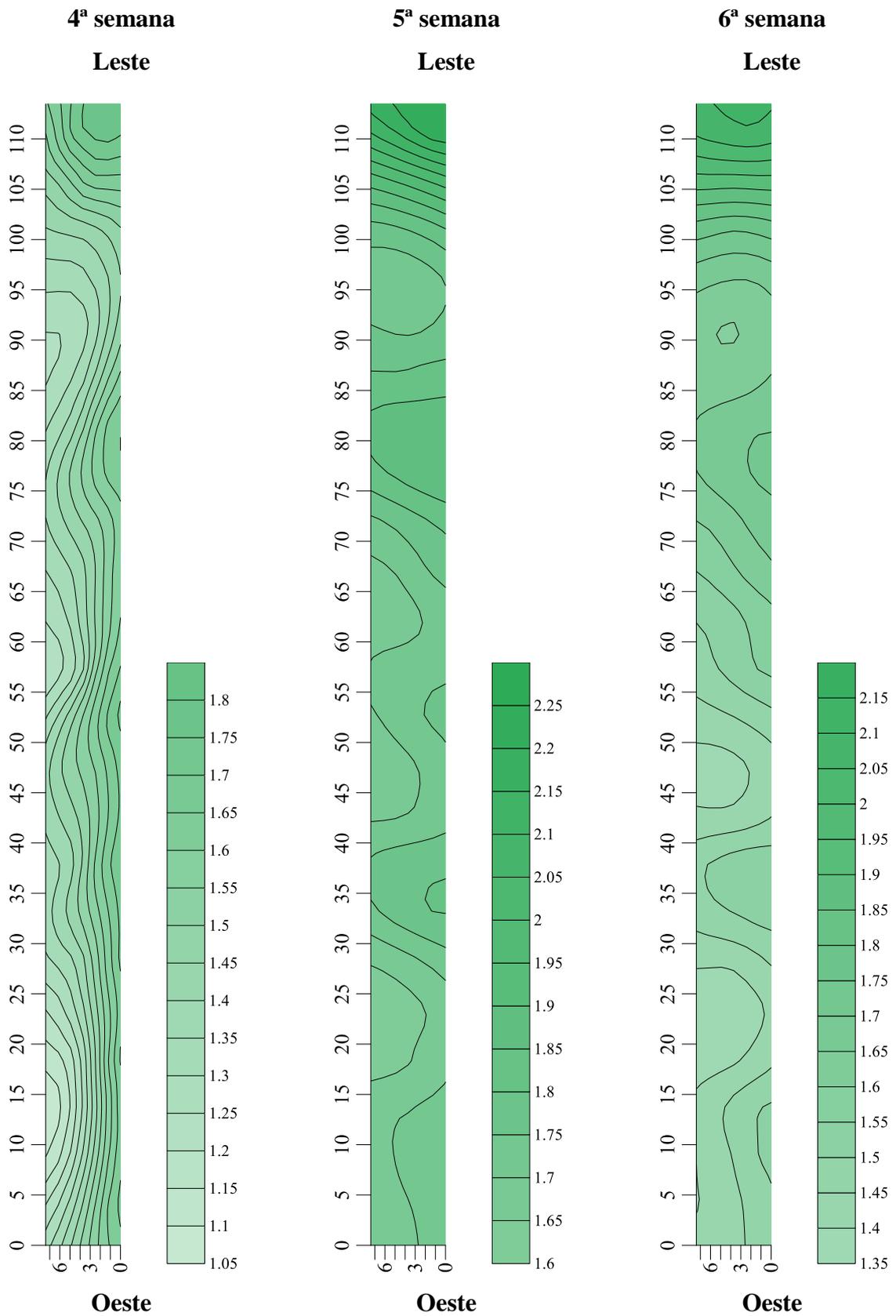
Assim como aconteceu no turno da manhã, é possível observar que a cada semana as cores do mapa ficam mais escuras, passando de amarelo para laranja. Na 4ª semana, a média da temperatura da cama foi de 32,2 °C, aumentou para 33,1 °C na 5ª semana e alcançou o valor máximo de 33,7 °C na 6ª semana. Os valores da temperatura da cama, encontrados neste experimento foram mais elevados do que os encontrados por Silva *et al.* (2013), que variaram de 29 °C a 32,4 °C, também na sexta semana de uso da cama.

As maiores temperaturas da cama, que podem causar mais desconforto aos animais, estão na parte situada a oeste, parte do galpão que fica sob maior intensidade de raios solares, como é possível observar no mapa da distribuição espacial da luminosidade (Figura 36).

Uma medida que ajudaria a reduzir esse excesso de calor na cama das aves é a prática do revolvimento da mesma. O manejo de revolvimento da cama no aviário é uma atividade recomendada para aerar, aumentar a superfície de secagem e evitar o aumento de temperatura do local que, dependendo da fase de crescimento dos animais, é realizada diariamente (PILECCO *et al.*, 2011).

Na Figura 35 estão os mapas de krigagem do atributo velocidade do vento no turno da tarde.

Figura 35 – Mapas de krigagem para o atributo velocidade do vento ($m.s^{-1}$), em galpão de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no tur no da tarde

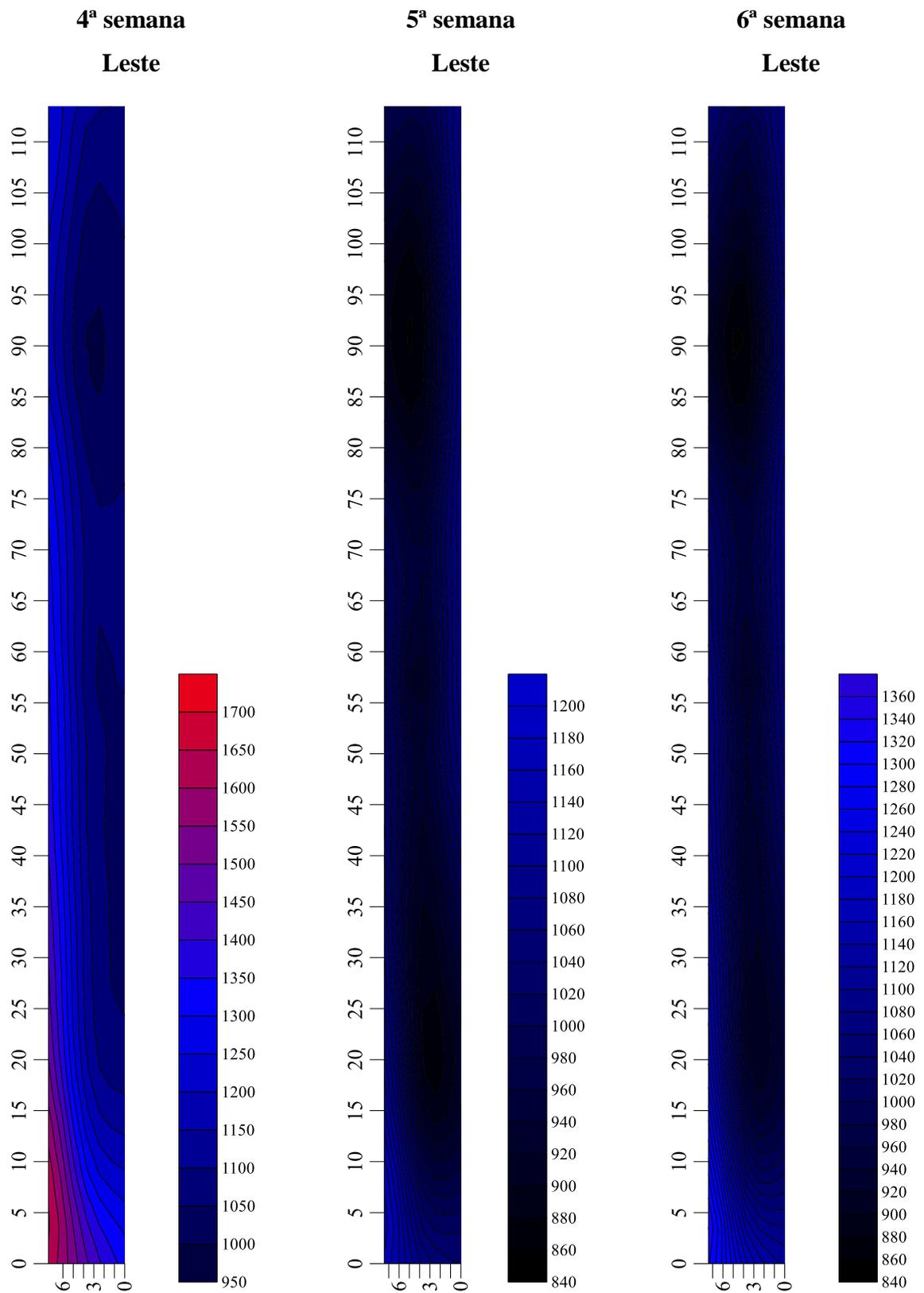


Os valores da velocidade do vento variaram de $1,05 \text{ m.s}^{-1}$ a $2,25 \text{ m.s}^{-1}$. Neste mapa, é possível observar que, assim como no turno da manhã, a 4ª semana foi a que teve menos intensidade de ventos durante o turno da tarde.

Ainda de acordo com os mapas é possível observar que a maior intensidade de ventos ocorreu na parte leste do galpão, na cabeceira do galpão e a menor intensidade na parte a oeste. Devido à maior intensidade de ventos na cabeceira dos galpões as aves tendem a se amontoar neste local na tentativa de captar mais ventilação.

Na Figura 36 estão os mapas de krigagem do atributo luminosidade no turno da manhã.

Figura 36 – Mapas de krigagem para o atributo luminosidade (lux), em galpão de frangos de corte, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da tarde



Oeste**Oeste****Oeste**

Os valores da luminosidade dentro do galpão, no turno da tarde, variaram de 840 lux a 1700 lux. No turno da tarde, o galpão teve menos luminosidade, pois neste turno as cortinas do lado esquerdo do galpão são fechadas para evitar a exposição das aves ao excesso de sol.

Neste mapa, é possível observar que a 5ª semana foi a que teve menor intensidade de luminosidade. Ainda de acordo com o mapa é possível observar que a parte localizada mais a oeste do galpão, nitidamente, está mais exposta à luminosidade, pois esta parte do galpão estava do lado poente.

Abreu e Abreu (2011) relatam que, durante muitos anos, os estudos e a utilização de programas de luz foram definidos com a finalidade de regular o consumo de alimento pelas aves. Porém a luminosidade pode alterar outros fatores, além do consumo de ração das aves. Com o avanço nos estudos sobre programas de luz, os pesquisadores concluíram que o melhor desempenho e bem-estar das aves podem ser alcançados com fotoperíodos moderados, que possibilitariam aumento nas horas de sono, propiciando assim, menor estresse fisiológico, melhora na resposta imunológica e, possivelmente, melhora no metabolismo ósseo e na condição das patas (RUTZ; BERMUDEZ, 2004; LOPEZ *et al.*, 2007).

4.4 Avaliação da temperatura retal na 4ª, 5ª e 6ª semana de vida de frangos de corte

A temperatura retal das aves foi avaliada antes do uso de nebulização nos galpões, na 4ª semana, e após o início do uso de nebulização na 5ª e 6ª de vida dos frangos de corte.

Esta avaliação foi feita para verificar se houve alteração da temperatura retal dos frangos de corte com as mudanças climáticas do ambiente.

A Tabela 18 contém os valores do teste de médias da temperatura retal (°C) de frangos de corte foram avaliados como , antes da nebulização (4ª semana) e após a utilização da nebulização (5ª e 6ª semana).

Tabela 18 – Médias da temperatura retal dos frangos de corte, na 4^a, 5^a e 6^a semana, nos turnos da manhã e tarde

TR	4 ^a semana	5 ^a semana	6 ^a semana
Manhã	40,8 Aa	41,3 B	41,0 Ca
Tarde	40,5 Ab	41,2 B	41,2 Bb

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

De acordo com o teste F (Tabela 56), a temperatura retal dos frangos de corte na 5^a semana no turno da manhã, não diferiu da TR no turno da tarde, a 5% de significância. No turno da tarde a temperatura retal na 4^a semana foi menor e diferiu estatisticamente da média na 5^a a 6^a semana, que foi de 41,2 °C para ambas.

Os valores médios de temperatura retal das aves na 4^a semana, nos dois turnos, não ultrapassaram o estabelecido como limite inferior da condição de estresse térmico para TR de frangos de corte que é de 41,1 °C, proposta por Macari e Furlan (2001), indicando que as aves não estavam em uma condição de estresse térmico. Macari e Furlan (2001) consideram o valor de 41,1°C de temperatura retal das aves como limite inferior da condição de estresse térmico, ou seja, quando este limite é ultrapassado, são desencadeados mecanismos fisiológicos para manutenção da temperatura corpórea, o que caracteriza a condição de estresse térmico. Silva *et al.* (2007) encontraram em experimento que a temperatura de 46,3°C foi considerada como limite superior da condição de estresse térmico, pois quando as aves apresentavam essa temperatura retal ocorria o óbito.

Marchini *et al.* (2007) encontraram média de temperatura retal na 4^a semana de 41,1 °C ($\pm 0,1$), que já é considerado condição de estresse segundo Macari e Furlan (2001).

Na 5^a semana, a temperatura retal das aves se elevou e alcançou os maiores valores. Na 5^a semana, a média da TR foi de 41,3 °C e 41,2 °C no turno da manhã e tarde, respectivamente. Estes valores já são considerados indicadores de uma condição de estresse térmico por calor. O aumento da temperatura retal é uma resposta fisiológica às condições de temperatura e umidade elevadas que resulta no armazenamento do calor metabólico (SILVA, 2003).

Os valores de TR na 5^a semana estão de acordo com os encontrados por Marchini *et al.* (2007), que foram de 41,2 °C ($\pm 0,1$) para frangos de corte na 5^a semana de vida. Este

autor também encontrou na 6ª semana média de TR de 41,2 °C ($\pm 0,2$), valor também correspondente ao encontrado nesta pesquisa. Nazareno *et al.* (2009) encontrou valores mais elevados de temperatura retal para frangos de corte criados em confinamento, sendo a média da TR igual a 42,97 °C ($\pm 0,3$).

Marchini *et al.* (2007) explicaram o aumento da temperatura retal como sendo uma insuficiência dos mecanismos de dissipação de calor das aves em atingir uma temperatura corporal normal.

4.5 Avaliação da frequência respiratória

Os movimentos respiratórios das aves foram medidos, em cada quadrante dos galpões, durante o turno da manhã e da tarde, para verificar se houve alteração da frequência respiratória dos frangos de corte com as mudanças climáticas do ambiente. O resultado da análise da FR durante o turno da manhã está na Tabela 19.

Tabela 19 – Teste de médias da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte, na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da manhã

Frequência respiratória	Manhã	
	5ª semana	6ª semana
Quadrante 1	67 A	74 B
Quadrante 2	66 A	81 B
Quadrante 3	73 A	85 B
Quadrante 4	75 A	90 B
Quadrante 5	83 A	98 B
Quadrante 6	77 A	92 B
Quadrante 7	88 A	96 B
Quadrante 8	85 A	101 B

Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Segundo o teste de médias, a frequência respiratória da 5ª semana diferiu dos valores encontrados na 6ª semana, durante o turno da manhã, em todos os quadrantes avaliados. A FR se elevou da 5ª para a 6ª semana.

Marchini *et al.* (2007), em experimento encontrou valores de FR de frangos de corte, mantidos sob termoneutralidade, iguais a 42,4 mov.min⁻¹ ($\pm 3,8$) na 5ª semana e 42,0 mov.min⁻¹ ($\pm 4,7$) na 6ª semana. Marchini *et al.* (2007) justifica que a baixa frequência respiratória das aves em situação de termoneutralidade se deve ao fato de que nesses casos as aves não precisam utilizar intensamente os mecanismos como a ofegação para manter a temperatura corporal constante.

Os valores encontrados neste experimento estão bem acima dos encontrados por este autor e isto é um indicativo de que as aves avaliadas não se encontravam em uma condição de conforto. O comportamento bico aberto 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 de ofegação e este fato pode ser caracterizado como estágio de desconforto no animal (CARVALHO *et al.*, 2013).

Nazareno *et al.* (2009) encontrou em frangos de corte criados em confinamento média de frequência respiratória igual a 70,84 mov.min⁻¹ ($\pm 11,9$). Os valores encontrados por este autor estão mais próximos dos avaliados neste experimento.

O resultado do teste de médias da FR durante o turno da tarde está na Tabela 20.

Tabela 20 – Teste de médias da frequência respiratória (mov.min-1), na 5ª e 6ª semana de vida frangos de corte, no turno da tarde

Frequência respiratória (mov.min ⁻¹)	Tarde	
	5ª semana	6ª semana
Quadrante 1	92	98
Quadrante 2	89 A	99 B
Quadrante 3	98 A	113 B
Quadrante 4	100 A	110 B
Quadrante 5	103	107
Quadrante 6	98	104
Quadrante 7	97	102
Quadrante 8	94	98

Médias seguidas de mesmas letras, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 5\%$).

Todos os valores de FR obtidos se encontram acima dos descritos por Marchini *et al.* (2007), indicando uma condição de estresse para as aves. Esta condição pode ser

comprovada avaliando os valores do Índice Entalpia de Conforto (IEC) nas semanas 5 e 6 (Tabelas 10 e 11), que obtiveram os valores situados na faixa crítica. Em temperatura ambiente elevada as aves aumentam a perda de calor por evaporação na tentativa de manter a homeotermia (MARCHINI *et al.*, 2007). Quando a temperatura do ar ultrapassa o limite crítico superior para as aves, o calor é armazenado no organismo e o valor da temperatura corporal aumenta acima dos valores normais; esta resposta decorre do estímulo direto ao centro de calor no hipotálamo, que envia impulso ao sistema cardiorrespiratório, na tentativa de eliminar calor por evaporação por meio da respiração que, neste caso, apresenta um aumento marcante em todos os sistemas de criação (NAZARENO *et al.*, 2009).

De acordo com o teste, a maioria das médias da FR entre a quinta e sexta semana não diferiram estatisticamente umas das outras. As exceções foram às médias dos quadrantes 2, 3 e 4, pois estas diferiram estatisticamente umas das outras.

Apesar de nem todas diferirem estatisticamente umas das outras, todas as médias da 6ª semana foram superiores as da 5ª semana. Marchini *et al.* (2007) verificaram uma situação contrária em experimento, pois a FR de aves submetidas a estresse térmico por uma hora na 5ª semana foi de 160,4 mov.min⁻¹ ($\pm 10,7$), valor superior ao avaliado em aves na 6ª semana que foi de 153,2 mov.min⁻¹ ($\pm 12,1$).

De acordo com os valores das médias das variáveis ambientais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e IEC na 6ª semana, mostrados na Tabela 11, embora a referida semana não tenha alcançado os maiores valores de temperatura, a mesma teve o pior valor de IEC dentre as semanas avaliadas. Isso pode ter ocorrido em função dos elevados valores de umidade relativa do ar, nesta semana, obtidos dentro do galpão, que foram causados pelo excesso de nebulização.

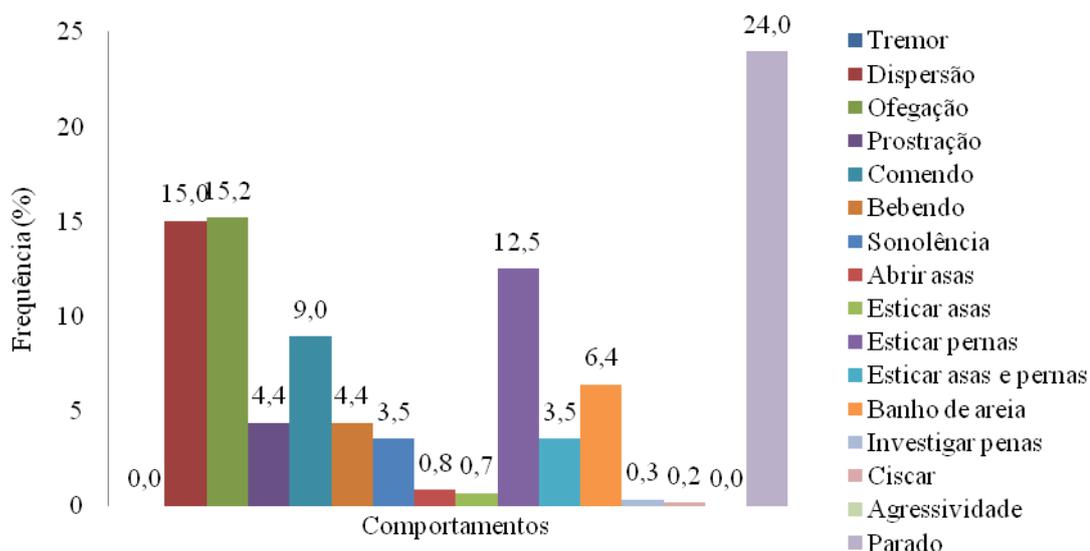
Silva *et al.* (2007) constataram que o tempo de exposição à alta temperatura e umidade relativa do ar (35 °C e 85 % de UR) influenciam significativamente parâmetros como temperatura retal e frequência respiratória das aves. Segundo estes autores, aves avaliadas em condições de elevadas temperaturas e alta umidade relativa do ar tenderam a apresentar maiores valores de temperatura retal, com o aumento do tempo de exposição ao estresse térmico. Os resultados desta pesquisa estão de acordo com os encontrados por Silva *et al.* (2007), pois foi constatado que a umidade relativa do ar causou desconforto térmico aos frangos de corte e fizeram com que o valor da TR e FR ficassem elevados, evidenciando uma condição de estresse térmico por calor.

4.6 Avaliação etológica

Ponciano *et al.* (2011) afirmam que geralmente, os limites de termoneutralidade são fixados em medidas, como a temperatura do ar, umidade relativa, luminosidade, poluentes aéreos entre outras variáveis ambientais que geram imprecisão na análise das reais necessidades ambientais para as aves, devido a grande quantidade de fatores relacionados. Desta maneira, a avaliação do comportamento das aves pode ser uma fonte interessante e precisa das reais condições de bem-estar dos animais.

É possível observar a frequência dos comportamentos dos frangos de corte, durante o turno da manhã, na 5ª semana de vida na Figura 37.

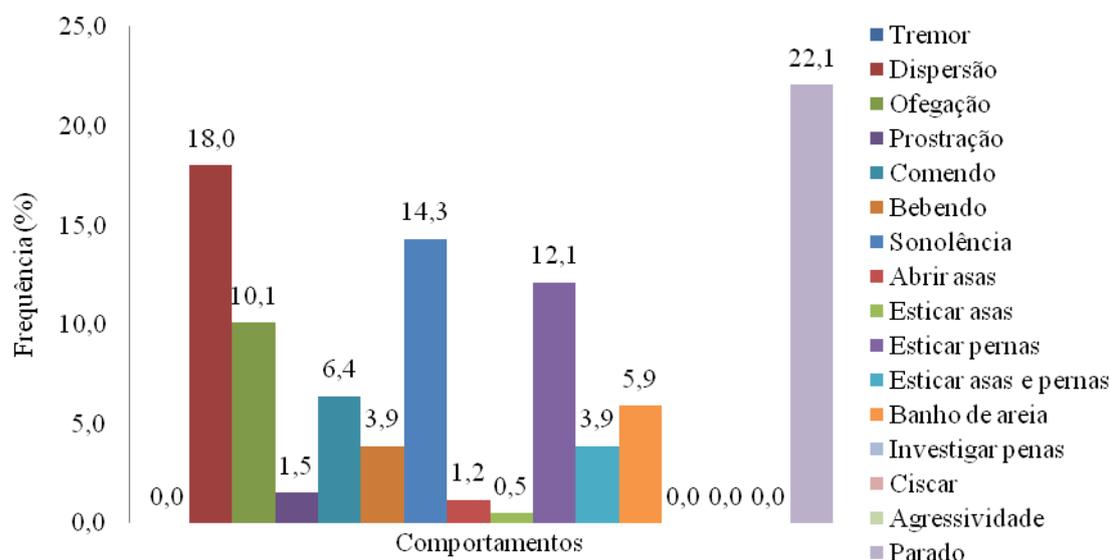
Figura 37 – Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 5ª semana de vida, no turno da manhã



Dentre os comportamentos mais frequentes neste turno estão à dispersão, ofegação, esticar pernas e ficar parado, com 15, 15,2, 12,5 e 25 %, respectivamente. Estes são comportamentos característicos de uma situação de estresse térmico, pois as aves tendem a ficar ofegantes, expor parte do corpo e ficar em repouso para favorecer a troca de calor com o ambiente.

Na Figura 38, está a porcentagem dos comportamentos expressos pelas aves na 6ª semana de vida, no turno da manhã.

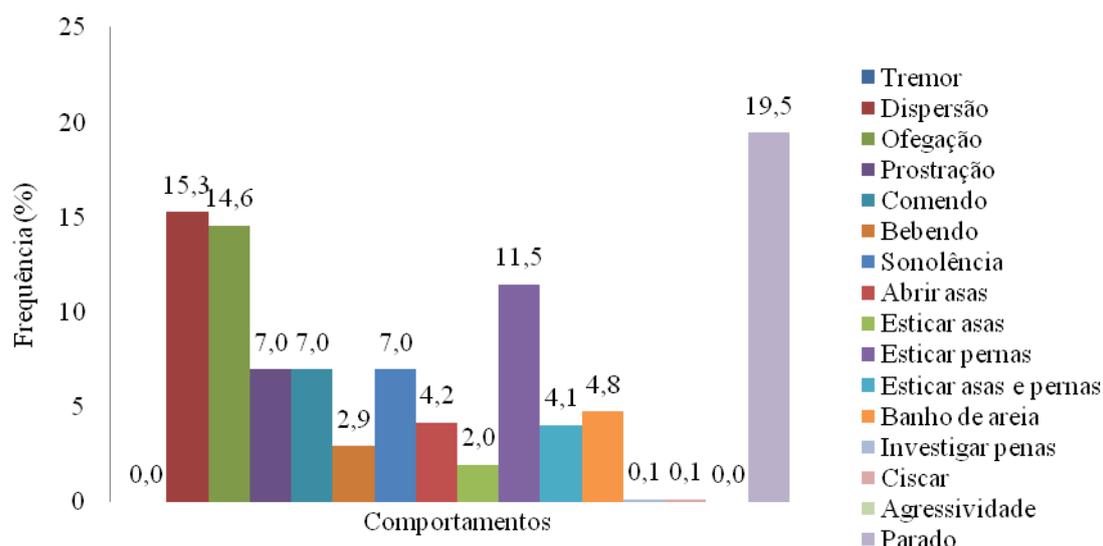
Figura 38 – Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 6ª semana de vida, no turno da manhã



Nesta semana, os comportamentos que mais se destacaram foram a dispersão, sonolência, esticar pernas e ficar parado. Comportamentos que, assim como o da 5ª semana, também indicam uma condição de estresse térmico.

Na Figura 39, estão expressos em porcentagem os valores da frequência de comportamentos expressos por frangos de corte na 5ª semana, durante o turno da tarde.

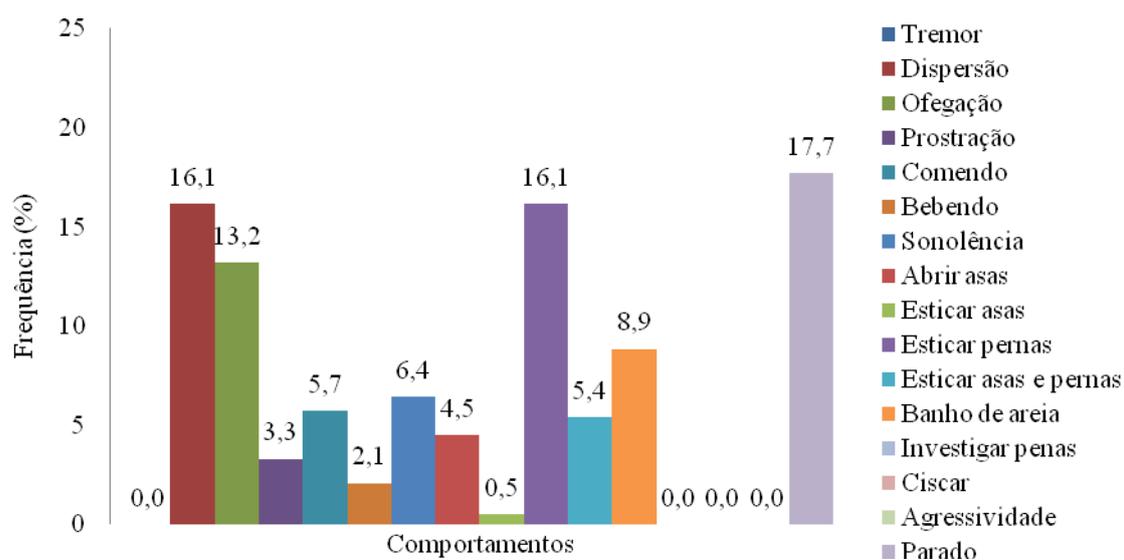
Figura 39 – Gráfico da porcentagem de comportamentos expressados pelas aves na 5ª semana de vida, no turno da tarde



Neste turno, as aves ainda apresentaram, majoritariamente, os mesmos comportamentos do turno da manhã que foram a dispersão, ofegação, esticar pernas e ficar parado.

Na Figura 40, estão expressos em porcentagem os valores da frequência de comportamentos expressos por frangos de corte na 6ª semana, durante o turno da tarde.

Figura 40 – Gráfico da porcentagem de comportamentos expressos pelas aves na 6ª semana de vida, no turno da tarde



Neste turno, na 6ª semana, predominaram os comportamentos de dispersão, ofegação, esticar pernas e ficar parado. Esses mesmos comportamentos predominaram na 5ª semana, durante os dois turnos avaliados.

4.6.1 Avaliação etológica por quadrante

A etologia também foi avaliada em cada quadrante dos galpões. Essa avaliação foi feita para detectar os locais, dos galpões, em que as aves têm mais comportamentos relacionados ao estresse e os correlacionar com a avaliação ambiental.

O primeiro comportamento avaliado foi o tremor. Esse comportamento não foi manifestado em nenhuma dos quadrantes, nas duas semanas avaliadas. Esses resultados concordam com os de Medeiros *et al.* (2005), que também não registrou nenhuma ave tendo o comportamento de tremor, em ambiente com condições térmicas próxima a dos galpão avaliado neste experimento. Este autor só conseguiu registrar esse comportamento em ambientes com temperatura muito baixa, em torno de 16 a 20 °C, mostrando que este comportamento é característico de uma condição de estresse por frio. Concordando com esta afirmação, Funck e Fonseca (2008) relatam que quando a temperatura interior do aviário está abaixo da ideal, ocorre a piloereção, redução no fluxo sanguíneo cutâneo e aumenta a camada de ar que proporciona um isolamento maior da superfície da pele e eleva a produção metabólica de calor por termogênese, mediante tremores e não tremores.

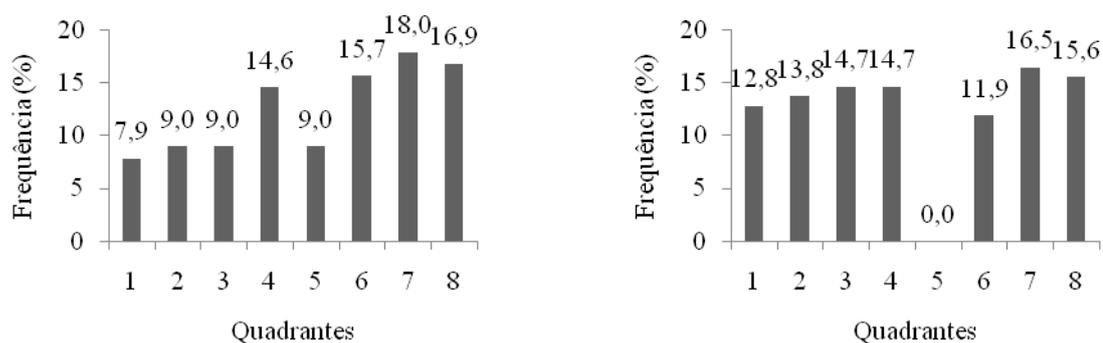
Sendo este, um comportamento típico de uma condição de estresse por frio, os resultados concordam com os valores do índice entalpia de conforto, temperatura retal e frequência respiratória que indicam que as aves estavam em uma condição de estresse térmico por calor nestas duas semanas.

Na Figura 41, está o gráfico de barras do comportamento de dispersão analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 41 – Gráfico da frequência do comportamento dispersão, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

(a)

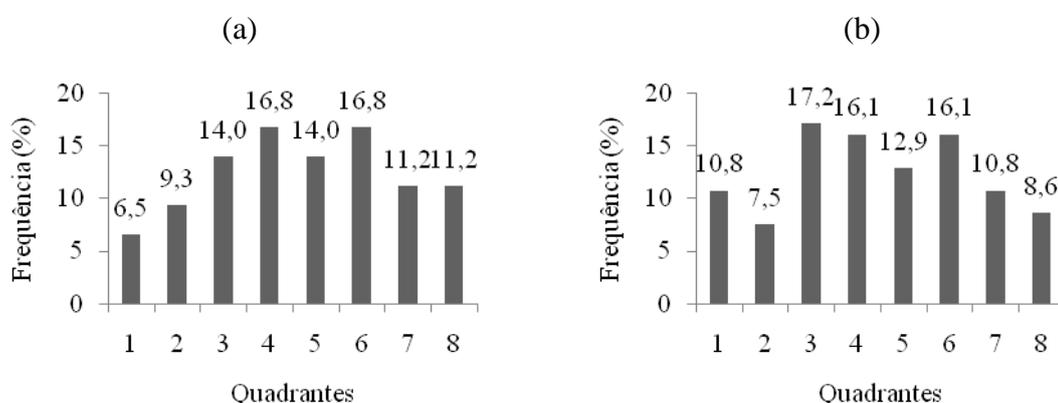
(b)



Nesta semana, a dispersão foi registrada em todos os quadrantes. Só não foi registrada no quinto quadrante no turno da tarde. As aves em situações de estresse térmico tendem a se espalhar, se afastar umas das outras para evitar o contato entre os corpos e facilitar a perda de calor do corpo.

Na Figura 42, está representada a porcentagem do comportamento de dispersão na 6ª semana.

Figura 42 – Gráfico da frequência do comportamento dispersão, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



A dispersão das aves foi maior na 6ª semana, provavelmente pelo fato de as aves tenderem a se afastar mais para tentar dissipar o excesso de calor do corpo. Isso ocorre porque, à medida que evoluem no seu desenvolvimento, os frangos de corte ficam mais sensíveis a altas temperaturas.

Concordando com estes resultados, Medeiros *et al.* (2005) constatou em experimento com frangos de corte expostos a ambiente térmico semelhante ao deste experimento que as aves, tendiam a ficar dispersas. Quando submetidas a ambiente com

temperatura de 32 °C, 34 % de umidade relativa do ar e 0,6 m.s⁻¹ de velocidade do vento, as aves tendiam a ficar bastante dispersas e em ambiente com temperatura de 32 °C, 76 % de umidade relativa do ar e 2,4 m.s⁻¹ de velocidade do vento, tendiam a ficar muito dispersas.

Nas Figuras 43 e 44, estão os gráficos de barras do comportamento de ofegar analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 43 – Gráfico da frequência do comportamento ofegar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

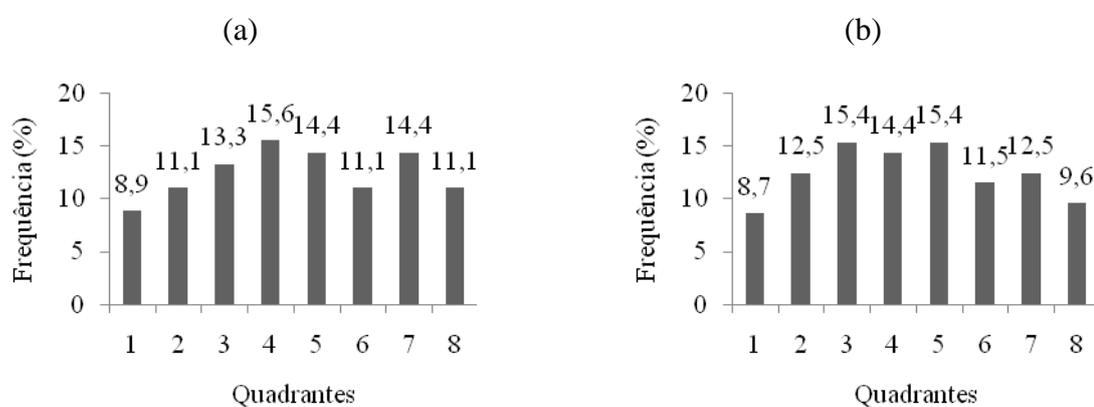
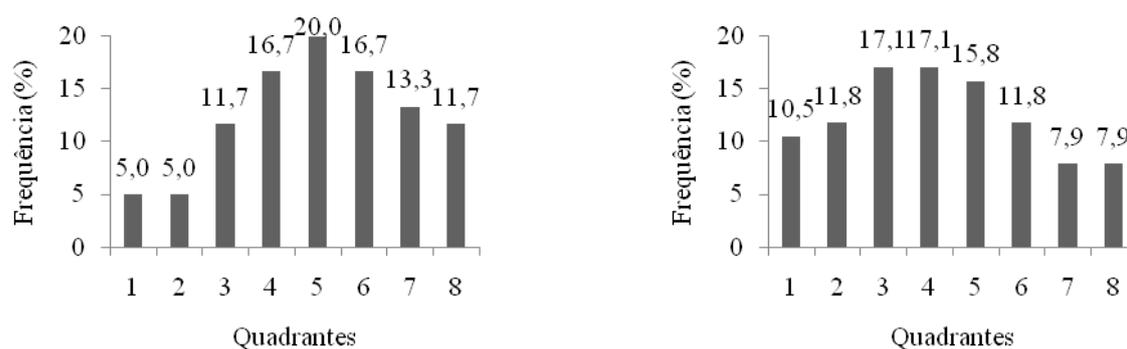


Figura 44 – Gráfico da frequência do comportamento ofegar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte

(a) (b)



Em todos os quadrantes avaliados houve ofegação das aves. Esse resultado já era esperado, pois anteriormente foi constatado excesso de ofegação das aves, que caracteriza uma situação de estresse por calor.

Medeiros *et al.* (2005), encontrou em experimento que aves em ambiente com temperatura de 32 °C, 34 % de umidade relativa do ar e 0,6 m.s⁻¹ de velocidade do vento, ficam pouco ofegantes e em ambiente com temperatura de 32 °C, 76 % de umidade relativa do ar e 2,4 m.s⁻¹ de velocidade do vento, ficam bastante ofegantes. Apesar de os ambientes estarem sob mesma temperatura do ar, a umidade relativa no segundo ambiente é maior e é devido esse fato que a ofegação das aves aumenta. Isso ocorre porque as aves perdem água do seu organismo para realizar a troca de calor e quando o ambiente está com a umidade relativa do ar alta, com o ar próximo a saturação, essa troca fica prejudicada.

Os quadrantes 4 e 5 foram os que se destacaram pelo excesso de ofegação das aves. Esses resultados coincidem com os resultados obtidos nos mapas de krigagem da temperatura da cama, nas Figuras 30 e 34. Esses mapas mostraram que os quadrantes 4 e 5 são os que tiveram maiores valores de temperatura. Portanto, nestes quadrantes a troca de calor das aves com o substrato da cama fica prejudicada e as aves tendem a sofrer mais intensamente com o estresse térmico.

Nas Figuras 45 e 46, estão os gráficos de barras do comportamento de prostração analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 45 – Gráfico da frequência do comportamento prostração, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

(a)

(b)

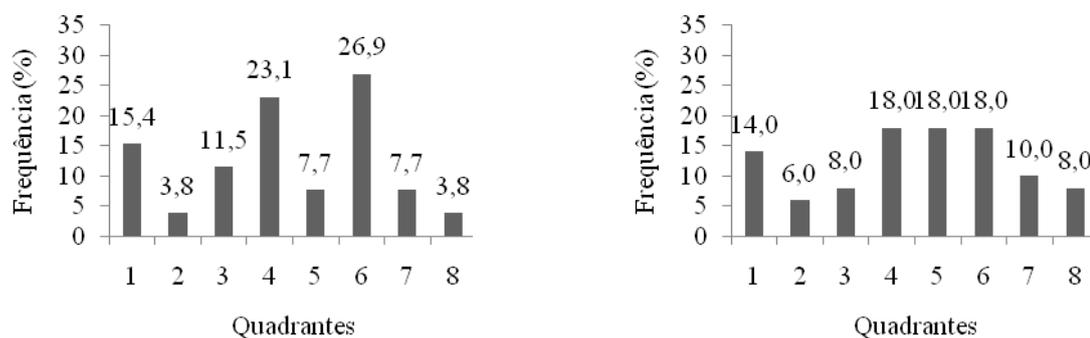
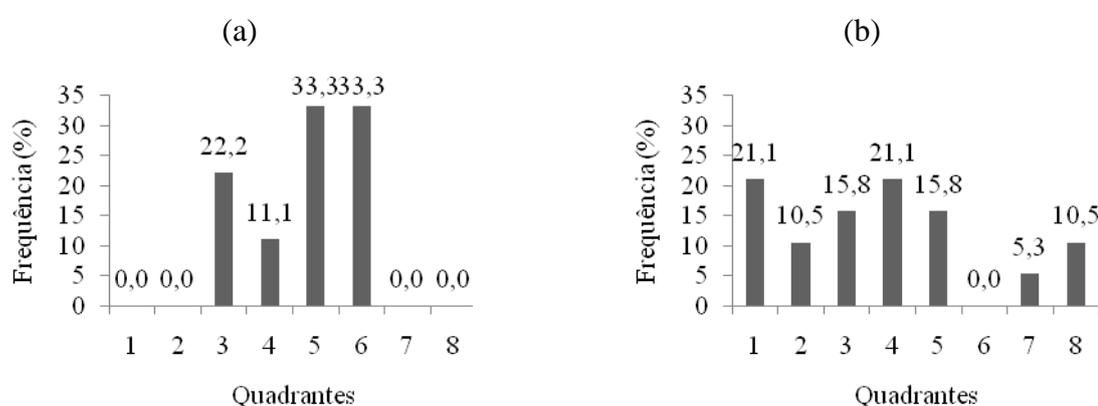


Figura 46 – Gráfico da frequência do comportamento prostração, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



A prostração se caracteriza pela diminuição das atividades locomotoras das aves, na tentativa de diminuir o calor gerado pelos movimentos (CARVALHO *et al.*, 2013).

Os quadrantes em que as aves tiveram os maiores índices de prostração foram o 4, 5 e 6, que coincidem com os locais de mais elevada temperatura da cama, segundo os mapas de krigagem (Figura 30 e 34). Carvalho *et al.* (2013) afirmaram que como resposta ao estresse por calor, as aves ficam mais tempo deitadas e esse comportamento da ave ficar em contato com a cama pode ser caracterizado ainda como desconforto, pois os animais permanecem nessa posição com o intuito de aumentar a área corporal para troca de calor com o ambiente.

Medeiros *et al.* (2005), avaliaram que as aves que se encontravam em ambiente com temperatura e umidade elevadas, tenderam a ficar mais prostradas. Este autor ainda visualizou que as aves em conforto térmico e as inseridas em ambientes frios não apresentaram o comportamento de prostração. Barbosa Filho *et al.* (2007a) relataram que o comportamento de sentar ou deitar pode ser visualizado com facilidade, quando as aves se

encontram em condições de estresse térmico, com o intuito de facilitar as trocas térmicas com o meio, pois em contato com a cama ou o solo, que certamente apresenta temperatura inferior a do corpo do animal, favorece a troca de calor por condução.

Esse comportamento também evita que as aves gerem mais calor corporal por movimentação.

Nas Figuras 47 e 48, estão os gráficos de barras do comportamento de comer analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 47 – Gráfico da frequência do comportamento comer, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

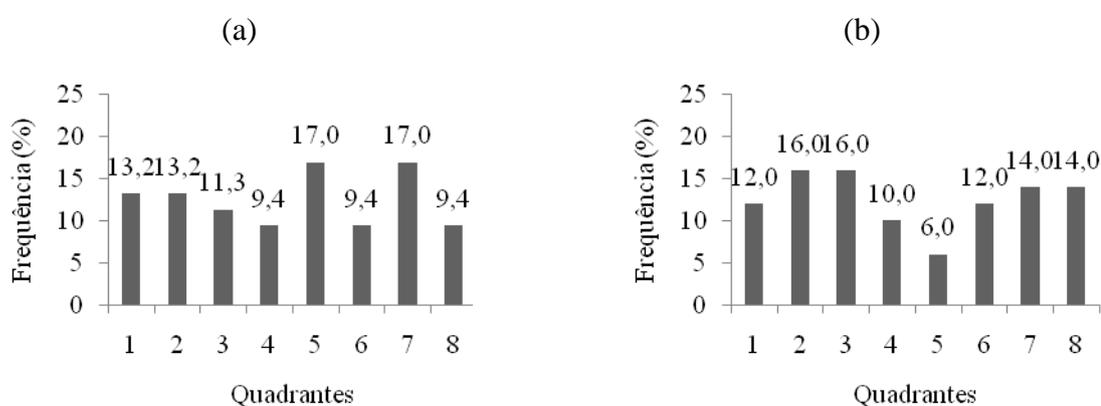
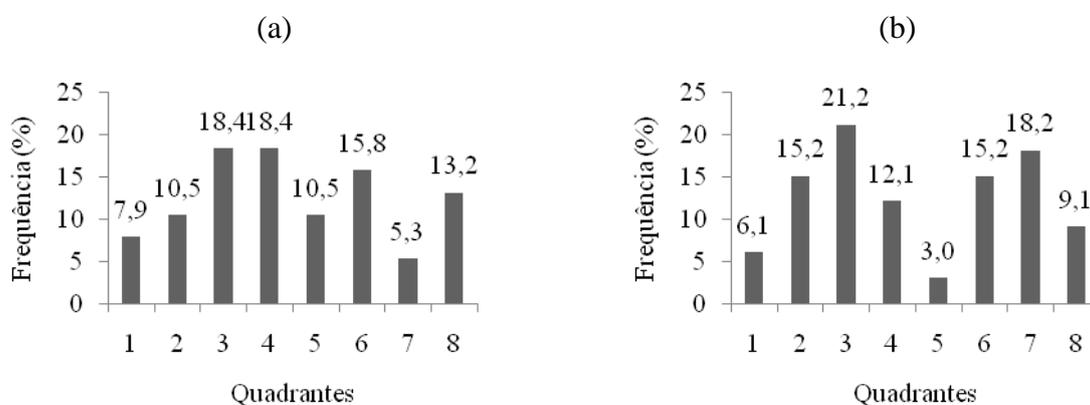


Figura 48 – Gráfico da frequência do comportamento comer, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



De acordo com os gráficos, ficou evidente que o comportamento de comer diminuiu da 5ª para a 6ª semana. Esses resultados concordam com os encontrados por Sevegnani *et al.* (2005), que também constataram que o tempo despendido junto ao comedouro foi decrescente, na sequência de 21 a 49 dias em condições de alojamento.

Aves diminuem o tempo passado no comedouro, conforme a idade e a condição de estresse, visto que, quanto mais velhas e, quanto mais quente e úmido, menos tempo foi gasto junto ao comedouro na ingestão de ração, cujo comportamento é explicado pela clássica condição do estresse térmico, quando então o frango diminui a ingestão calórica para evitar mais aporte de energia ao seu organismo (SEVEGNANI *et al.*, 2005).

Na quinta semana, as aves expressaram esse comportamento de maneira mais uniforme. Porém, na sexta semana o comportamento comer oscilou muito entre os quadrantes e foi menos expressivo. Esses resultados concordam com os encontrados por Medeiros *et al.* (2005). Estes autores observaram, em experimento com frangos de corte, que animais submetidos a ambiente quentes tenderam a ter pouca alimentação, ao contrário dos animais submetidos a ambientes frios, que tenderam a comer bastante.

Mais uma vez os quadrantes mais problemáticos e que as aves passaram menos tempo comendo foram os 4, 5 e 6, que como já visto foram os que tiveram mais problemas com o estresse térmico por calor. Ao ingerir alimento, ocorre aumento no metabolismo e, conseqüentemente, a quantidade de calor corporal e a digestão e a absorção de nutrientes geram energia que, liberada em forma de calor, é chamada de incremento calórico (CARVALHO *et al.*, 2013). Para evitar o incremento calórico as aves diminuem o consumo de alimento e segundo Sevegnani *et al.* (2005), isto acontece porque quando exposto a uma situação de alta temperatura e alta umidade, os mecanismos fisiológicos estão todos voltados à refrigeração do organismo.

Nas Figuras 49 e 50, estão os gráficos de barras do comportamento de beber analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 49 – Gráfico da frequência do comportamento beber, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

(a)

(b)

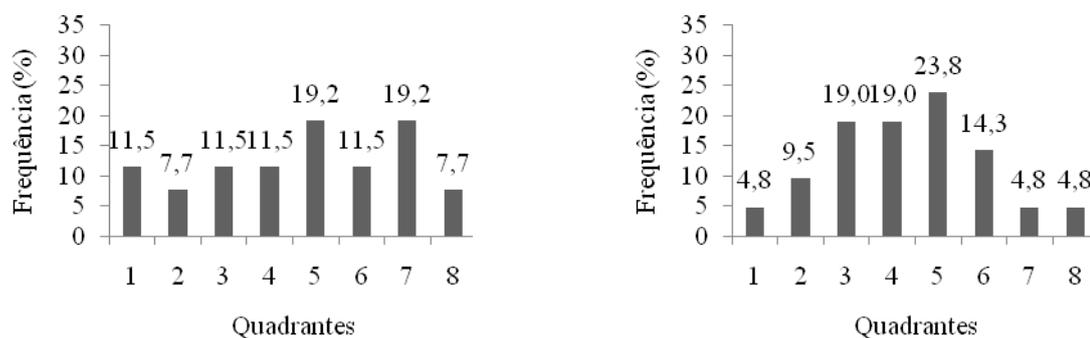
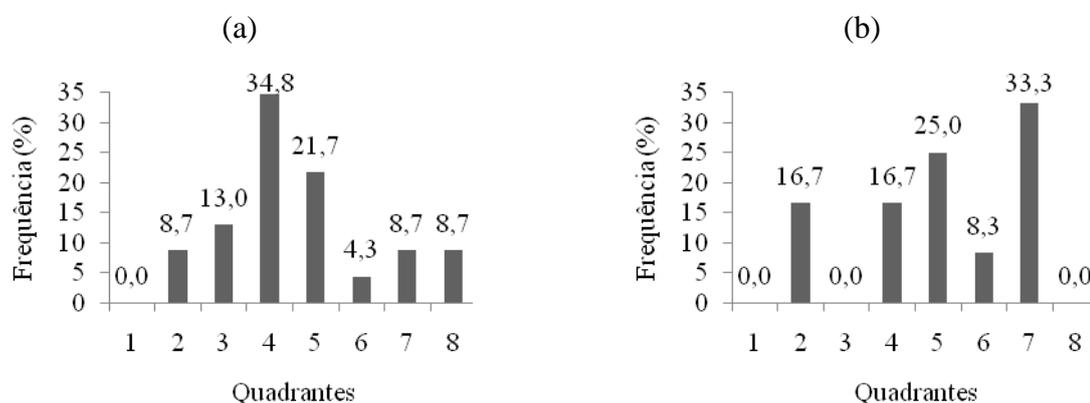


Figura 50 – Gráfico da frequência do comportamento beber, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



Na 5ª semana, no turno da manhã, o comportamento de beber água foi mais uniforme entre os galpões. Já no turno da tarde, esse comportamento foi mais intenso nos quadrantes 3, 4, 5 e 6. O aumento na ingestão de água no horário mais quente do dia tem a função de refrigerar o organismo e diminuir a desidratação causada pela perda de calor por via respiratória por meio do processo de ofegação (SEVEGNANI *et al.*, 2005).

Outro fato evidente com a análise dos gráficos é que, nas duas semanas avaliadas, o comportamento de beber água foi mais intenso nos quadrantes 4 e 5, considerados os mais quentes. 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).

O consumo de água na 6ª semana foi mais desuniforme e em alguns quadrantes nem foi tão expressivo. Sevegnani *et al.* (2005) avaliou em experimento que o tempo despendido junto ao bebedouro foi crescente de 21 a 49 dias. Este autor ainda notou que quanto mais quente e úmido fosse o ambiente, quanto mais velha a ave, mais houve a

necessidade de refrigerar o organismo e maior foi o tempo gasto na ingestão de água. Entretanto esse autor ainda observou que houve situações em que, apesar das altas temperaturas do experimento, devido à idade das aves muitas não se levantaram para beber água e começaram a surgir muitos problemas de pernas.

Nas Figuras 51 e 52, estão os gráficos de barras do comportamento de sonolência analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 51 – Gráfico da frequência do comportamento sonolência, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

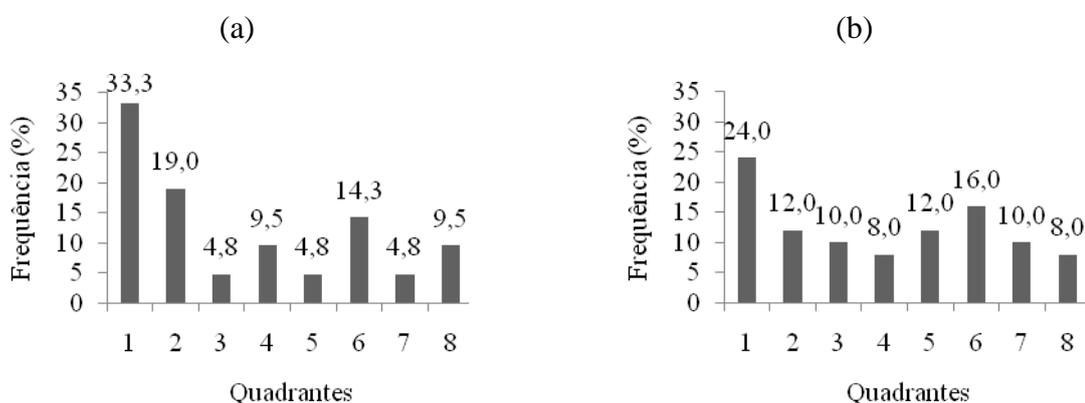
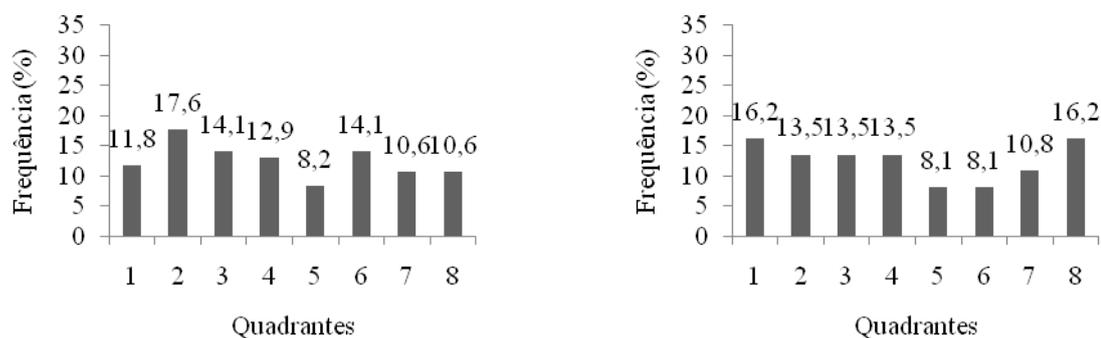


Figura 52 – Gráfico da frequência do comportamento sonolência, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte

(a) (b)



As aves apresentaram moderado comportamento de sonolência. Esse comportamento foi um pouco mais intenso na 6ª semana, que coincide com o período em que as aves estão mais cansadas, com elevado peso e com o organismo sobrecarregado. Medeiros *et al.* (2005) avaliou que as aves em ambiente térmico estressante ficam pouco sonolentas e em ambiente com temperaturas termoneutras as aves tendem a apresentar bastante sonolência. De acordo com estes autores a sonolência se caracteriza como um comportamento característico de conforto.

Nas Figuras 53 e 54, estão os gráficos de barras do comportamento de abrir asas analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 53 – Gráfico da frequência do comportamento abrir asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

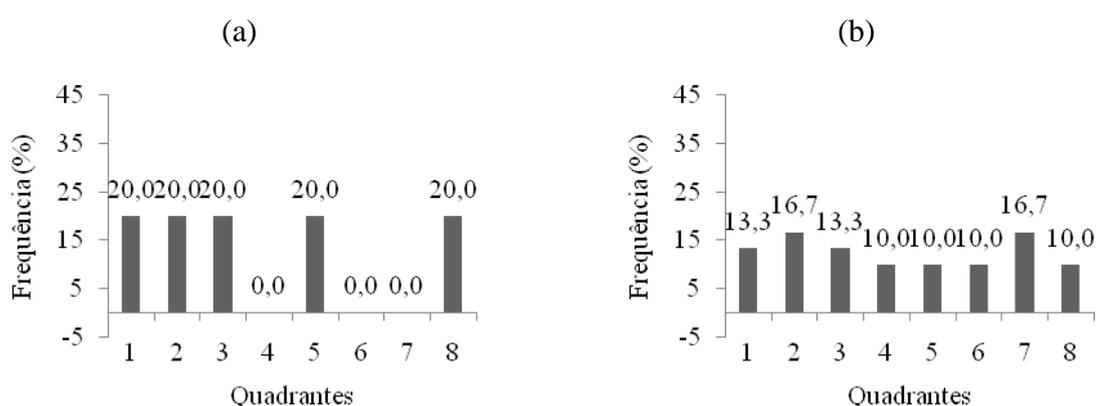
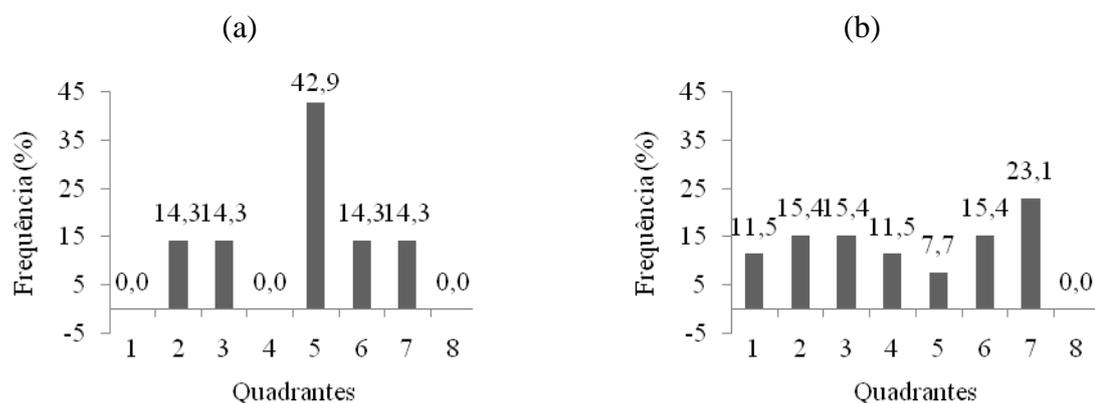


Figura 54 – Gráfico da frequência do comportamento abrir asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



Esse comportamento foi mais evidenciado no turno da tarde, tanto na 5^a como na 6^a semana. Este comportamento é expresso pelas aves na tentativa de receptor mais ventilação no corpo, embaixo das asas, para auxiliar no resfriamento corporal. Portanto, este é um comportamento característico de estresse térmico.

Na Figura 55 e 56, estão os gráficos de barras do comportamento de esticar asas analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 55 – Gráfico da frequência do comportamento esticar asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5^a semana de vida de frangos de corte

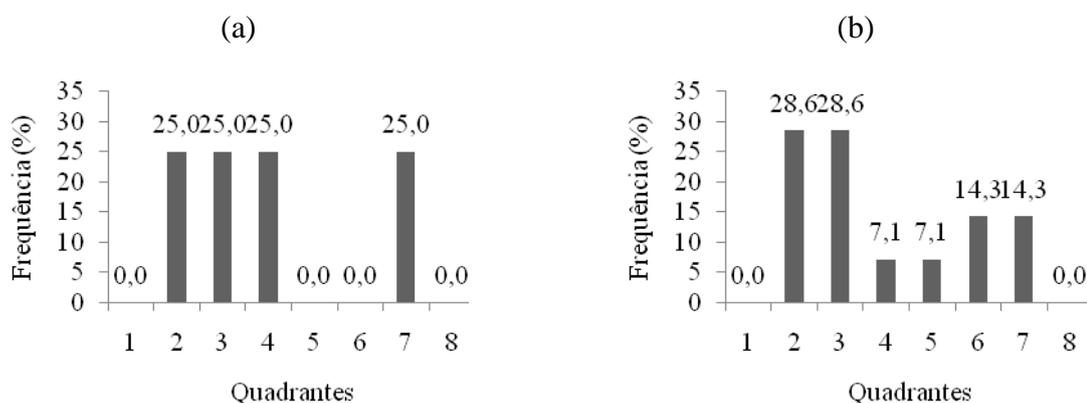
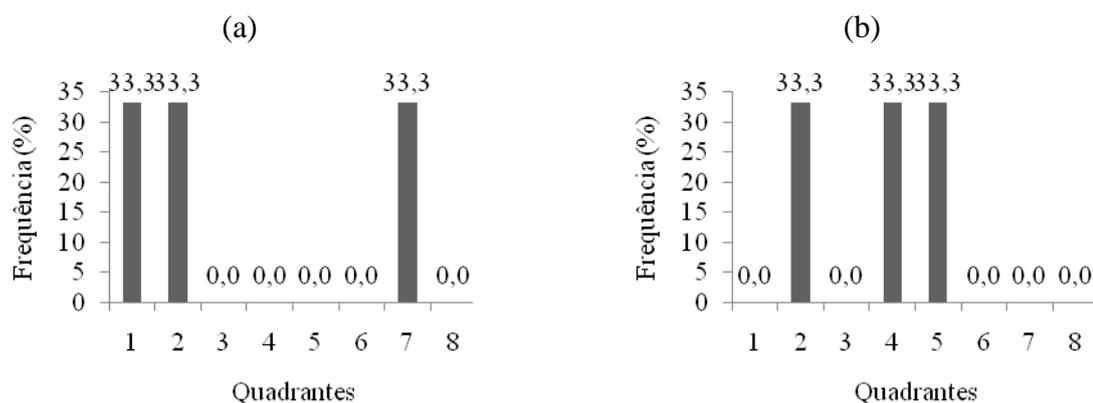


Figura 56 – Gráfico da frequência do comportamento esticar asas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6^a semana de vida de frangos de corte



Este comportamento difere do de abrir asas porque neste as aves estão deitadas ao esticar as asas. Este comportamento foi detectado somente em poucos e determinados quadrantes. Na maioria dos quadrantes ele não foi presente.

Na Figura 57 e 58, estão os gráficos de barras do comportamento de esticar pernas analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 57 – Gráfico da frequência do comportamento esticar pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

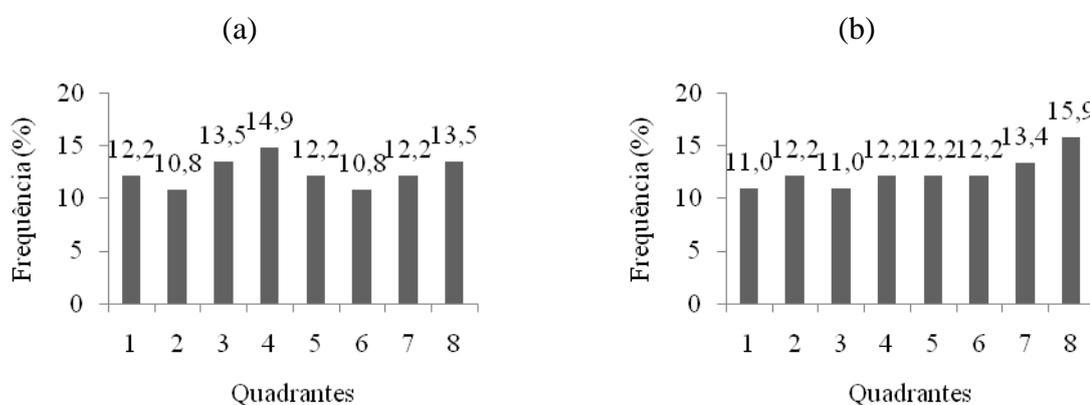
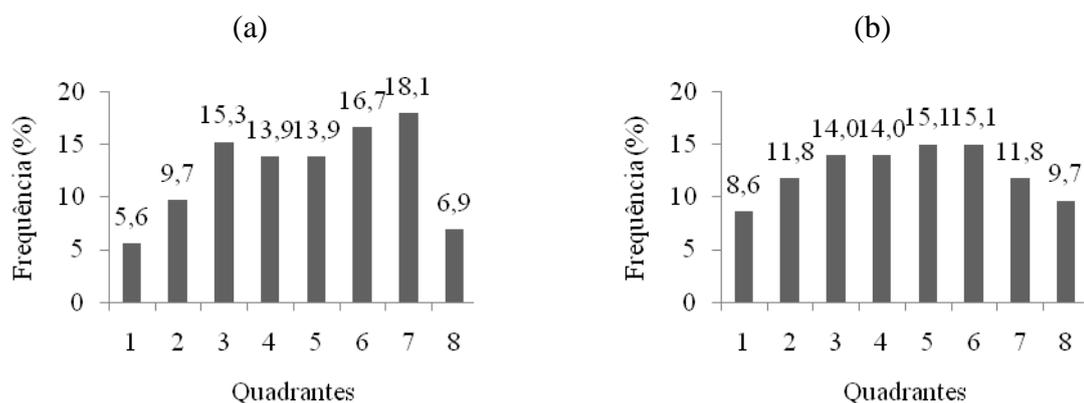


Figura 58 – Gráfico da frequência do comportamento esticar pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



Este comportamento é bem típico de aves que estão em situação de estresse térmico por calor. Este comportamento foi realizado pelas aves de maneira regular nas duas semanas de avaliação e foi mais intenso na 6ª semana.

Na Figura 59 e 60, estão os gráficos de barras do comportamento de esticar asas e pernas analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 59 – Gráfico da frequência do comportamento esticar asas e pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

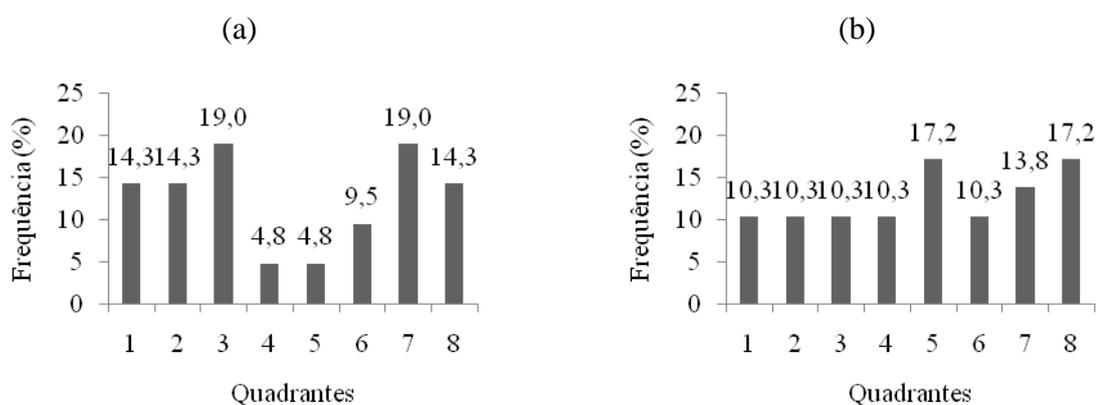
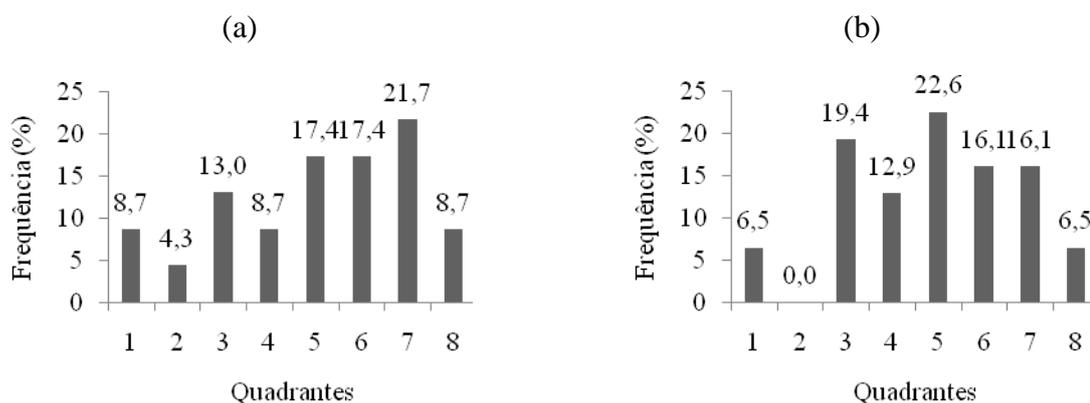


Figura 60 – Gráfico da frequência do comportamento esticar asas e pernas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



Este comportamento foi mais frequente na 6ª semana. Carvalho *et al.* (2013) avaliaram que o comportamento esticar os membros aconteceu provavelmente em resposta ao comportamento dos animais permanecerem muito tempo deitados, pois período prolongado de ócio pode ser determinante para o acúmulo de ácido láctico no músculo por falta de movimentação, proporcionando estímulo maior aos animais para se esticarem.

Na Figura 61 e 62, estão os gráficos de barras do comportamento banho de areia analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 61 – Gráfico da frequência do comportamento banho de areia, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

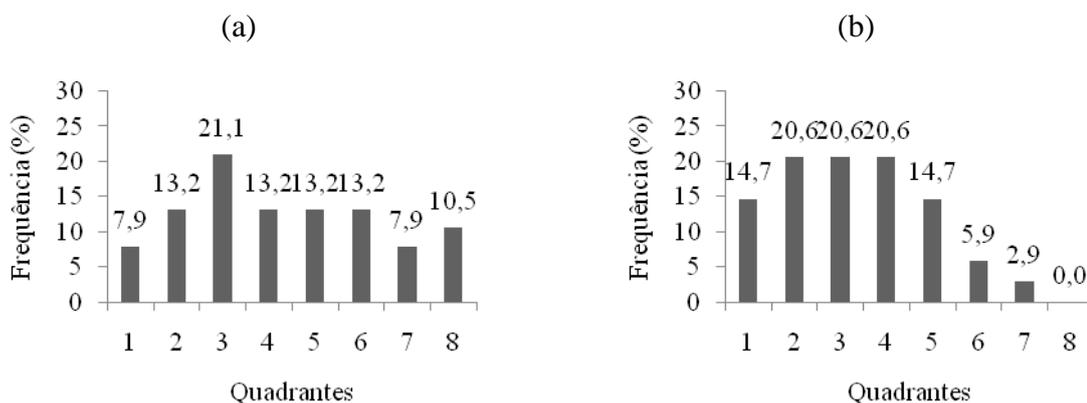
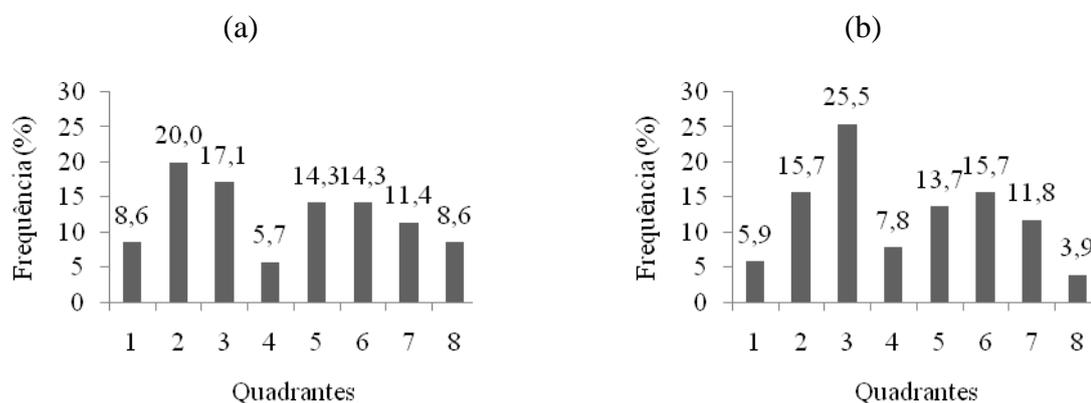


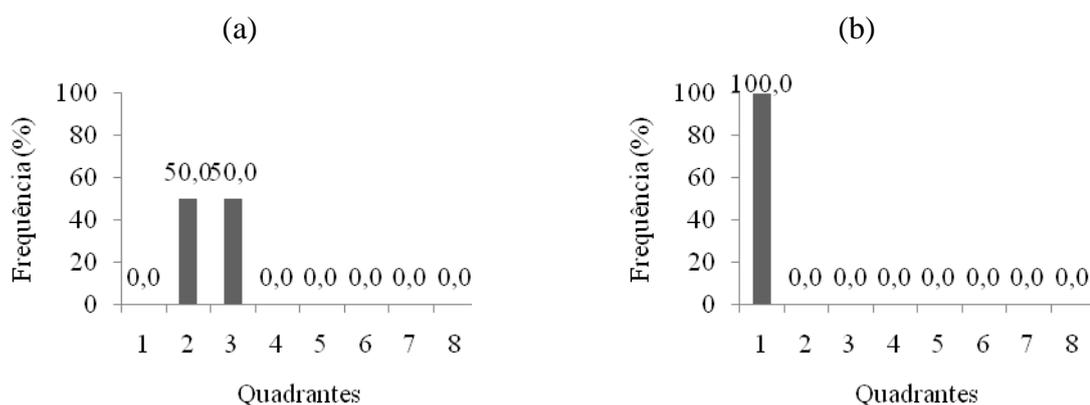
Figura 62 – Gráfico da frequência do comportamento banho de areia, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



O banho de areia foi mais frequente do quadrante 1 ao 4. O banho de areia constitui um comportamento característico e natural das aves, pois envolve uma sequência de ciscar e jogar o material sólido, maravalha e outras fibras vegetais sobre o corpo. Além de movimentos rápidos de chacoalhar as penas, essa atitude advém da necessidade do animal perder calor para ambiente (CARVALHO *et al.*, 2013).

Na Figura 63 está o gráfico de barras do comportamento investigar penas analisado em cada quadrante dos galpões, na 5ª semana..

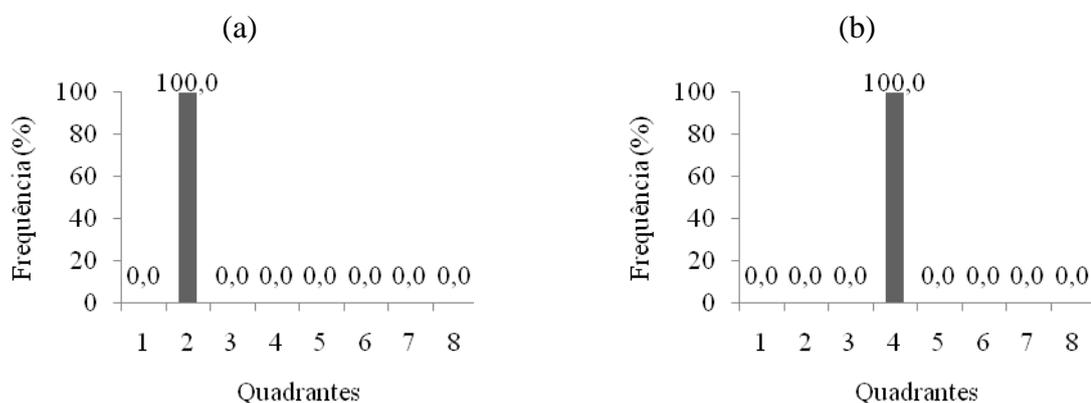
Figura 63 – Gráfico da frequência do comportamento investigar penas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte



Esse comportamento foi pouco observado entre as aves na 5ª semana e só foi manifestado no quadrante 1, 2 e 3. Na 6ª semana esse comportamento foi inexpressivo entre as aves. Para Barehan (1976) o ato de investigarem as penas representa sujeira no empenamento das aves, podendo levar as aves a maior necessidade de explorar suas penas.

Na Figura 64, está o gráfico de barras do comportamento ciscar analisado em cada quadrante dos galpões, na 5ª semana.

Figura 64 – Gráfico da frequência do comportamento ciscar, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte



Este comportamento praticamente não foi registrado e só ocorreu no quadrante 2 pela manhã e no quadrante 4 no turno da tarde, ambos na 5ª semana. Para Angelo *et al.* (1997) comportamentos como, esponjar-se e ciscar são realizados por frangos de corte em situação de conforto. Na 6ª semana de vida as aves não esboçaram este comportamento.

A agressividade, também, foi um dos comportamentos avaliados nos frangos de corte, porém este comportamento não foi registrado em nenhum dos quadrantes, em nenhuma das semanas. O comportamento de brigar constitui em ato agressivo, sendo indicador de que as aves estão estressadas (CARVALHO *et al.*, 2013).

Na Figura 65 e 66, estão os gráficos de barras do comportamento de ficar paradas analisado em cada quadrante dos galpões.

Figura 65 – Gráfico da frequência do comportamento paradas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 5ª semana de vida de frangos de corte

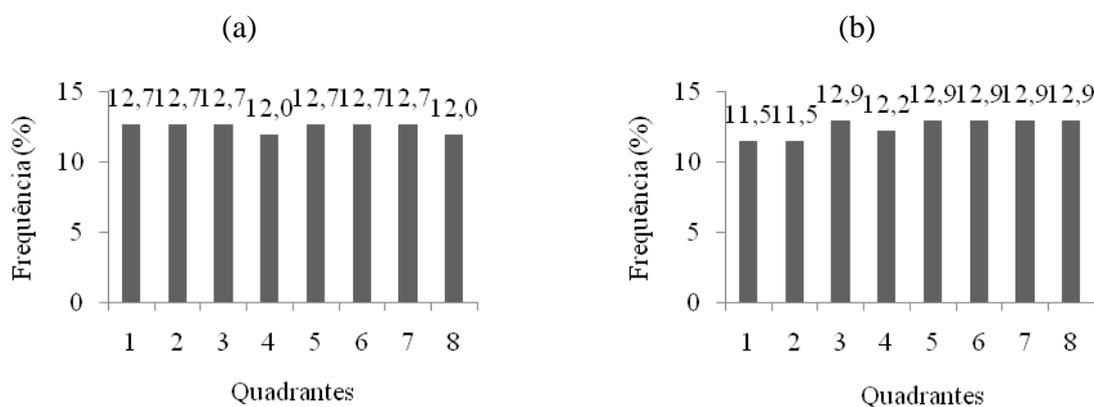
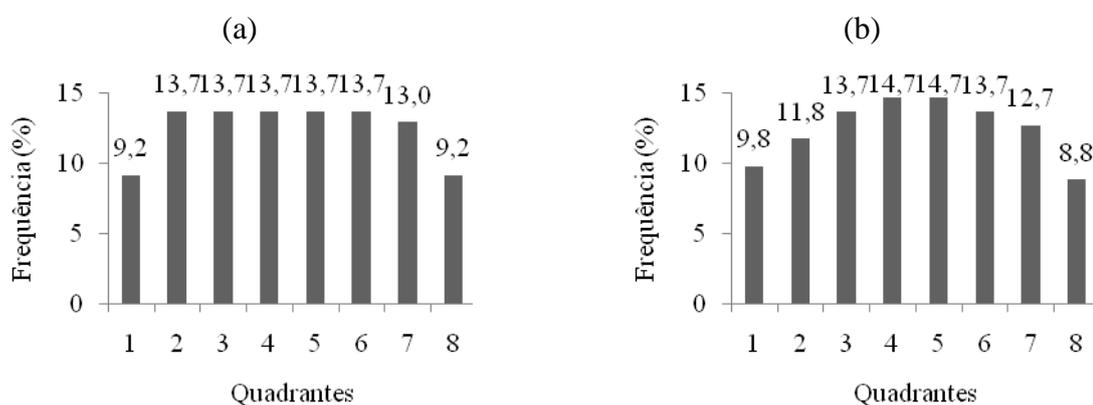


Figura 66 – Gráfico da frequência do comportamento paradas, em cada quadrante, durante a manhã (a) e tarde (b), na 6ª semana de vida de frangos de corte



Este comportamento foi muito manifestado entre as aves, em todos os quadrantes e em intensidade muito parecida. Em experimento, Sevegnani *et al.* (2005) avaliaram que conforme as aves foram envelhecendo, o tempo em ócio foi aumentado, até ultrapassar o tempo gasto para se alimentarem; percebeu-se claramente que a inversão do tempo em ócio em relação ao tempo se alimentando, deu-se somente aos 49 dias, o que também indicou que se deve abater as aves antes deste período, principalmente em épocas quentes.

4.7 Avaliação do ganho de peso semanal de frangos de corte

O resultado da evolução do peso de 100 aves, pesadas semanalmente, está expresso na Tabela 21.

Tabela 21 – Evolução do peso (g), por semana, de 100 frangos de corte

Semanas	Peso ideal (g)	Peso real (g)
1ª semana	190	174
2ª semana	500	463
3ª semana	950	934
4ª semana	1500	1700
5ª semana	2200	2109
6ª semana	2850	2660

Através desta tabela, é possível observar que a média do peso das aves na fase inicial, na 1ª, 2ª e 3ª semana de vida, foi próximo ao peso preconizado para a linhagem. Nesse período as aves estiveram mais expostas ao estresse térmico pelo frio. Neste contexto, a primeira reação da ave é desviar a energia oriunda da alimentação para a produção de mais calor, para aquecimento do corpo e, conseqüentemente, o ganho de peso é reduzido e a eficiência alimentar diminui em torno de 10 % (MEDEIROS *et al.*, 2005). Na 3ª semana, o peso também se distanciou do normal e ficou abaixo do ideal, embora as aves estivessem em boas condições térmicas.

Na 4ª semana, o peso das aves superou o ideal e esse bom ganho de peso nessa fase, provavelmente é reflexo das boas condições ambientais a que as aves estavam submetidas na 3ª semana. Também na 4ª semana as aves estavam expostas a temperaturas mais próximas da ideal. Desta forma, os frangos de corte praticamente não sofreram estresse térmico. Porém na 5ª e 6ª semana o peso aumentou, mas ficou abaixo do ideal. Na 5ª e 6ª semana as aves sofreram mais intensamente com o estresse térmico por calor e Medeiros *et al.* (2005) avaliaram que em ambientes quentes houve redução de 67 % no ganho de peso diário e 43 % na ingestão de alimentos de frangos de corte. Assim, o baixo ganho de peso nesta fase pode ter sido reflexo do estresse térmico.

A redução do peso das aves em ambientes quentes também foi observada por Oliveira *et al.* (2006) que 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.

A 6ª semana foi considerada a menos recomendada para as aves, devido aos elevados valores do Índice Entalpia de Conforto, causados pelo excesso de umidade no ar. Essa condição inadequada para as aves refletiu no peso final das aves nessa semana, que foi o que mais se distanciou do ideal.

Oliveira *et al.* (2006), observaram que menores pesos absolutos de coxa e peito das aves expostas ao calor úmido podem ser justificados pelas reduções de 7,9 % no consumo de ração e de 12,8 % no ganho de peso das aves e que o menor peso relativo do peito foi um indicativo de que o aumento da umidade relativa do ar acentuou os efeitos negativos específicos da alta temperatura sobre os músculos do peito. De maneira geral, este autor concluiu que a perda de peso foi mais acentuada nas aves mantidas sob calor úmido (16,7 %) em comparação às do calor seco (11,2 %).

Estes fatos ressaltam a importância do controle da umidade relativa do ar no ambiente de criação das aves, pois este fator combinado com uma temperatura inadequada pode ser nocivo às aves e prejudicar os índices zootécnicos.

De acordo com o monitoramento das condições ambientais, pode-se concluir que na 1ª e 2ª semana as aves sofreram com o estresse térmico pelo frio, pois os galpões não são aquecidos o suficiente para que as mesmas ficassem em situação de conforto.

A 3ª semana foi a melhor para o conforto das aves, pois a avaliação do Índice Entalpia de Conforto demonstrou que as condições ambientais estavam ideais para a criação de frangos de corte neste estágio de desenvolvimento. Isso aconteceu pelo desuso das fornalhas à lenha e porque as cortinas começaram a ser baixas nesta semana.

A partir da 4ª semana, as aves começaram a sofrer com o estresse térmico por calor. A condição de estresse térmico foi intensificada na 5ª e 6ª semana, devido ao aumento da umidade relativa do ar, ocasionada pelo uso dos nebulizadores.

De acordo com a visualização dos mapas de krigagem, foi possível concluir que a temperatura da cama das aves foi aumentando a cada semana e alcançou os maiores valores na 6ª semana de uso dos galpões. A velocidade do vento não foi uniforme em todo o galpão e a média dos valores encontrados foi baixa. O sistema de climatização utilizado não garantiu a homogeneidade da ventilação em todo o ambiente do galpão.

Os mapas de krigagem também mostraram que, dentro dos galpões, a luminosidade no turno na manhã foi muito mais intensa do que no turno da tarde, devido às cortinas permanecerem baixas durante a maior parte da manhã.

A avaliação da geoestatística e confecção dos mapas de krigagem foram uma ferramenta visual que possibilitou definir áreas com diferentes variabilidades espaciais para os atributos microclimáticos avaliados e auxiliou na identificação de áreas específicas problemáticas dentro dos galpões. Essa ferramenta permitirá que futuramente os fatores nocivos sejam corrigidos pontualmente.

A temperatura retal e a frequência respiratória das aves na 5ª e 6ª semana estavam elevadas e evidenciaram uma condição de estresse térmico por calor.

A avaliação do comportamento mostrou que as aves diminuíram da 5ª para a 6ª semana a frequência com que se alimentam e bebem água, e aumentam o tempo de prostração, mais uma vez, indicativos de situação de estresse térmico por calor.

REFERÊNCIAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **R. Bras. Zootec.**, v.40, p.1-14, 2011 (Suplemento Especial).

ALBIERO, D. **Desenvolvimento e avaliação de máquina multifuncional conservacionista para a agricultura familiar**. 244 f. Tese (Dourado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010.

ALBRIGHT, L. D. Environment control for animals and plants. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan. **ASAE Texbook**, 4, 453p., 1990.

ALCÂNTARA, A. C. M. **Realização de entibiograma e detecção de genes de resistência pela reação em cadeia da polimerase (PCR) em cepas de Escherichia coli isoladas de celulite aviária, coletadas de abatedouros frigoríficos do Distrito Federal**. 60 f. Monografia (Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 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. **Ciênc. agrotec.**, v.29, n.2, 2005.

ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONGO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.121-130, 1997.

BARACHO, M. S.; CASSIANO, J. A.; NÄÄS, I. A.; TONON, G. S.; GARCIA, R. G.; ROYER, A. F. B.; MOURA, D. J.; SANTANA, M. R. Ambiente interno em galpões de frango de corte com cama nova e reutilizada. **Revista Agrarian**, v.6, n.22, p.473-478, 2013.

BAPTISTOTTE, P. C. **Fluxograma geral do abate de aves**. 55 f. Monografia (Especialista em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) - Curso de Pós Graduação em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal, Universidade Castelo Branco, Campo Grande, 2010.

BARBOSA FILHO, J. A. D., SILVA, I. J. O.; SILVA, M. A. N.; SILVA, C. J. M. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando sequência de imagens. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.1, p.93-99, 2007a.

_____.; VIEIRA, F.M.C.; GARCIA, D.B.; SILVA, M.A.N. E SILVA, I.J.O. **Mudanças e uso das Tabelas de Entalpia**. Piracicaba. 2007b. Disponível em: <<http://www.nupea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 9 out. 2013.

_____. **Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte**. 175 f. Tese (Doutor em Física do Ambiente Agrícola) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

_____.; VIEIRA, F. M. C.; SILVA, I. J. O.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A. N.; FONSECA, B. H. F. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2442-2446, 2009.

BAREHAN, J.R.A. Comparison of the behaviour and production of laying hens in experimental and conventional battery cages. **Applied Animal Ethology**, v.2, n.2, p.291-303, 1976.

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

BIANCHI, M., PETRACCI, M., SIRRI, F., FOLEGATTI, E., FRANCHINI, A., MELUZZI, A. The influence of the season and market class of broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.959-963, 2007.

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. **Relato Setorial da Avicultura**. 1995. 43 f. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/relato/rsfrango.pdf>. Acesso em: 25 set. 2013.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

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.

BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; AMAZONAS, E. A.; MENTEN, J. F. M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Cienc. Rural**, vol.39, n.4, 2009.

BUENO, L. G. F.; ROSSI, L. A. Análise de dois sistemas tecnológicos de produção de frango de corte com ênfase no uso racional de energia elétrica e produtividade animal. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 5, 2004, Campinas **Proceedings online...** Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022004000100012&lng=en&nrm=abn>. Acesso em: 04 janeiro de 2014.

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

CALVET, S.; CAMBRA-LOPEZ, M.; BLANES-VIDAL, V.; ESTELLES, F.; TORRES, A.G. Ventilation rates in mechanically-ventilated comercial poultry buildings in Southern Europe: measurement system development and uncertainty analysis. **Biosystems Engineering**, v.30, n.4, p.423-432, 2010.

- CAMPOS, C. M. **Identificação e avaliação de variáveis críticas no processo de produção de cana-de-açúcar**. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- CAMPOS, E. J. O. comportamento das aves. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, v.2 n.2, 2000.
- CARMO, R. B. A. Perspectivas para a avicultura de corte na Bahia. **Revista Bahia Agrícola**, v.3, n.3, p.4-12, 1999.
- CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F. Qualidade da cama e do ar em diferentes condições de alojamento de frangos de corte. **Pesq. agropec. bras.**, v.46, n.4, p.351-361, 2011.
- 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. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.14, n.4, p.785-797, 2013.
- 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.
- CLASSEN, H. L. Managing metabolic disease in rapidly growing strains of poultry. In: HILL, W.G. *et al.* **The challenge of genetic change in animal production**. Edinburgh: Journal of the British Society of Animal Science, 2000. p.63-64.
- COCHRAN, W. G.; COX, G. M. **Experimental designs**. New York: John Wiley and Sons, 1957.
- 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. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.1, p.217-224, 2010.
- 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. **Ciênc. agrotec.**, v.34, n.4, p.1031-1038, 2010.

DELFINO, L. J. B.; SOUZA, B. B.; ROSANGELA; M. N.; SILVA, W. W. Influência bioclimatológica sobre os parâmetros hematológicos de bovinos leiteiros. **Revista Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.1, p.23-27, 2012.

EVANGELISTA, F. R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A. A. P. A avicultura industrial de corte no nordeste: aspectos econômicos e organizacionais. In: 46º CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2008, Rio Branco. **Anais...** Rio Branco: Sober, 2008. p.1-21.

FARIA, F. F.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; MATARAZZO, S. V. Variabilidade espacial do microclima de um galpão utilizado para confinamento de bovinos de leite. **Ciência Rural**, v.38, n.9, 2008.

FURLAN, R. L. Influência da Temperatura na Produção de Frangos de Corte. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó, 2006. p.104-135.

FURTADO, D. A.; ROCHA, H. P.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Índices de conforto térmico e concentração de gases em galpões avícolas no semiárido paraibano. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.993-1002, 2010.

_____.; MOTA, J. K. M.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, V. R.; TOTA, L. C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.15, n.7, p.748-753, 2011.

FUNCK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.12, n.1, 2008.

GRAVES, H. B. Behavioral responses of poultry (chickens) to management systems. In: PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM OF MANAGEMENT OF FOOD PRODUCING ANIMALS. Purdue University, West Lafayette, 1982. p.122-138.

GUAHYBA, A. S. Causas e consequências do estresse na produção comercial de aves. In: IX SEMANA ACADÊMICA DA MEDICINA VETERINÁRIA DA UFSM, 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, 2000. 28 p.

GUIMARÃES, E. C. **Apostila de geoestatística básica e aplicada**. Universidade Federal de Uberlândia - Faculdade de Matemática - Núcleo de Estudos Estatísticos e Biométricos, 2004. 77p

HINES, W. W.; MONTGOMERY, D. C.; GOLDSMAN, D. M.; BORROR, C. M. **Probabilidade e Estatística na Engenharia**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2006. 604p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal – 2009**. Efetivos dos rebanhos de pequeno porte em 31.12, segundo as Unidades da Federação, Mesorregiões, Microrregiões e Municípios produtores. Disponível em:

<ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2009/tab05_uf.pdf>. Acesso em: 20 out. 2013.

JENTZSCH, R.; BAÊTA, F. C.; TINÔCO, I. F. F.; DAMASCENO, F. A.; CECON, P. R.; SARAZ, J. A. O. Predição de parâmetros térmicos ambientais no interior de modelos físicos em escalas reduzidas de galpões avícolas. **Interciencia**, v.36, n.10, 2011.

JORGE, P. S. **Avaliação do bem-estar durante o pré- abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos da produção avícola**. 107 f. Tese (Doutor em Medicina Veterinária) - Curso de Medicina Veterinária, Departamento de Campus de Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal, 2008.

LAGANÁ, C. **Otimização da produção de frangos de corte em estresse por calor**. 180f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C. **Desempenho térmico de edificações**. 82 f. Florianópolis, 2005. Disponível em: <<http://www.labcon.ufsc.br/anexosg/147.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2013.

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, K. R. S.; ALVES, J. A. K.; ARAÚJO, C. V.; MANNO, M. C.; JESUS, M. L. C.; FERNANDES, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. **Rev. ciênc. agrár.**, n.51, p.37-50, 2009.

LOPES, P. M. O.; ADAMI, M.; PEREIRA, E. B.; MOURA, G. B. A.; MOREIRA, M. A. Estimativa de temperaturas absolutas usando dados climáticos e orbitais sobre o território brasileiro. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.120-127, 2011.

LOPEZ, C.A.A., BAIÃO, N.C. E LARA, L.J.C. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, p.1006-1013, 2007.

LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRADIN, J.; LUCCA, M. S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agroambiental**, v.4, n.1, p.25-31, 2012.

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.

MALAVAZZI, G. **Manual de Criação de Frangos de Corte**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 157 p.

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.

MARTINS, R. S.; POLETTO, R.; HOTZEL, M. J. **Fermentação da cama reutilizada de aviário e seus efeitos na carga microbiológica, na ambiência das instalações e na incidência de pododermatites em frangos de corte**. In: Resvista Avisite, Campinas: Mundo Agro Editora Ltda Avisite, n.72, 2013.

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, p.277-286, 2005.

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

MENCH, J. A. Applied Ethology and poultry production. **Poultry Science**, v.71, p.631-633, 1992.

MENDES, A. S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna. **R. Bras. Agrocência**, v.16, n.1-4, p.5-13, 2010.

MILES, D. M.; ROWE, D. E.; OWENS, P. R. Winter broiler litter gases and nitrogen compounds: temporal and spatial trends. **Atmospheric Environment**, v.42, p.3351-3363, 2008.

MOHALLEM, D. F.; TAVARES, M.; SILVA, P. L.; GUIMARÃES, E. C.; FREITAS, R. F. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão em experimentos com frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.60 n.2, 2008.

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: Livestick environment, 1997. **Proceedings...** v.5, St. Joseph., v.1. ASAE, St. Joseph, p.242–248.

_____. **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.

NÄÄS, I. A. Biometereologia e construções rurais em ambiente tropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2, 1998, Goiânia. **Anais**. Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometereologia, 1998. p.63-73.

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.

_____.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; CAMARGO, J. R.; MEDEIROS, S. R. R. Caracterização do microclima dos diferentes layouts de caixas no transporte de ovos férteis. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.17, n.3, p.327-332, 2013.

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. **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.3, 2006.

OLIVEIRA, G. A. **Modelo de qualidade e produtividade das questões operacionais na fase de pré-abate de frangos de corte**. 212 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Programa de Pós- Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Comportamento dos animais de fazenda: reflexos na produtividade. In: **ENCONTRO ANUAL DE ETOLOGIA**, 1987. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, p. 159-168, 1987.

_____. **Etologia e produtividade animal**. Associação Brasileira de Zootecistas, ago. 2006. Disponível em: <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/3730-Etologia-Produtividade-Animal.html>>. Acesso em: 8 out. 2011.

PILECCO, M.; PAZ, I. C. L. A.; TABALDI, L. A.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; CALDARA, F. R.; ALVES, M. C. F.; CAVICHIOLO, F. Manejos para redução de arranhões dorsais em frangos de corte. **Revista Agrarian**, v.4, n.14, p.359-366, 2011.

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. **Arch. Zootec.**, v.60, p.1-13, 2011.

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: Resvista 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. **Int J Biometeorol**, p.455-459, 2010.

RONCHI, C. **Principais práticas de manejo para aves recém nascidas**, 2004. Disponível em: <<http://centrodepesquisasavicolas.files.wordpress.com/2011/03/manejo-de-aves-recc3a9m-nascidas.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2013.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. **Anais...** Santos: FACTA, 1994, p.99-110.

_____.; BERMUDEZ, V. L. Fundamentos de um programa de luz para frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. (Eds.) **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p.157-168.

SAKAMOTO, F. T. C.; BORNIA, A. C. Agroindústria de frango brasileira: a importância do desenvolvimento de indicadores de desempenho inseridos no conceito de gestão da cadeia de suprimentos. **Revista Gestão Industrial**, v.1, n.4, p.26-33, 2005.

SCHORR, H. Decisão estratégica. In: Anuário da avicultura industrial, São Paulo, v.1, n.1062, p.88-98, 1999.

SEVEGNANI, K. B.; MOURA, D. J.; SILVA, I. J. O.; MACARI, M.; NÄÄS, I. A. Perdas de calor sensível e latente em frangos de corte aos 49 dias, expostos à ventilação forçada. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. **Anais...**, 38, FEALQ. Piracicaba, p.16-17, 2001.

_____.; 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. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.9, n.1, 2005 .

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

SILVA, M. A. N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O.; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.1, p.208-213, 2003.

_____.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; SILVA, C. J. M.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, I. J. O.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1126-1130, 2007.

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. **Arch. Zootec.**, v.59, p.113-131, 2010.

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

SMITH, G. C.; GRANDIN, T.; AMIGO, T. H.; LAY JR., D.; SWANSON, J. C. **Effect of transport on meat quality and animal welfare of cattle, pigs, sheep, horses, deer and poultry**. 2004. Disponível em: <<http://www.grandin.com/behaviour/effect.of.transport.html>> Acesso em: 21 out. 2013.

THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions of the Amer. Soc. Heating, Refrigerating and air-conditioning Engrs**, v.55, p.65-72, 1958.

TINÔCO, I. F. F. Estresse calórico: meios artificiais de condicionamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1995. p.99-108.

_____. 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.

TRINDADE, J. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; FURTADO, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v.11, n.6, 2007.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBABEF. **Relatório Anual 2013**. Disponível em: <<http://www.ubabef.org.br>>. Acesso em: 04 jan. 2014.

VIEIRA, S. R. Geoestatística em estudos de variabilidade espacial do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000, v.1, p.1-53.

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

VIGODERIS, R. B.; CORDEIRO, M. B.; TINÔCO, I. F. F.; MENEGALI, I.; SOUZA JÚNIOR, J. P.; HOLANDA, M. C. R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.6, p.1381-1386, 2010.

WARRICK, A. W.; NIELSEN, D. R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D. (Ed.). **Applications of soil physics**. New York: Academic, 1980. p.319-344.

WATANABE, S. How Animal Psychology Contributes to Animal Welfare. **Applied Animal Behaviour Science**, v.106, n.4, p.193-202, 2007.

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. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.8, p.1463-1467, 2008.

ZEFERINO, C. P. **Resposta fisiológica, qualidade da carne e expressão gênica no músculo esquelético de frangos de corte sob estresse por calor que receberam antioxidantes na dieta**. 113f. Tese (Doutorado) – Curso de Zootecnia, UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, Botucatu, 2013.

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

APÊNDICE A – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura, umidade relativa do ar e índice entalpia de conforto na 1ª semana

Tabela 22 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C) na 1ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	Tgalpão	Texterna	Tgalpão	Texterna
Média	35,4	33,4	34,1	34,4
Mínimo	31,8	27,8	30,2	29,9
Máximo	38,3	36,0	37,4	38,3
DP	1,425	1,912	1,408	1,892
Variância	2,032	3,654	1,983	3,579
CV	4,02	5,72	4,13	5,49
Amplitude	6,520	8,207	7,179	8,433
Simetria	-0,25	-0,90	-0,57	-0,48
Curtose	-0,18	-0,03	0,04	-0,48

Tabela 23 – Análise de variância da temperatura do ar (°C) na 1ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tgalpão manhã e Tgalpão tarde					
Fator	1	158,99	158,99	79,21	0,000
Erro	334	670,39	2,01		
Texterna manhã e Texterna tarde					
Fator	1	93,30	93,30	25,80	0,000
Erro	334	1207,97	3,62		
Tgalpão manhã e Texterna manhã					
Fator	1	353,10	353,10	124,20	0,000
Erro	334	949,53	2,84		
Tgalpão tarde e Texterna tarde					
Fator	1	12,09	12,09	4,35	0,038
Erro	334	928,82	2,78		

Tabela 24 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 1ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	URgalpão	URexterna	URgalpão	URexterna
Média	39	39	43	43
Mínimo	31	32	32	32
Máximo	63	73	57	63
DP	5,772	6,990	5,602	7,450
Variância	33,318	48,860	31,383	55,504
CV	14,93	17,76	13,07	17,20
Amplitude	31,595	40,890	25,245	31,050
Simetria	1,71	1,88	0,52	0,61
Curtose	4,17	4,38	-0,17	-0,61

Tabela 25 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 1ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	IECgalpão	IECexterna	IECgalpão	IECexterna
Média	70,5	65,0	70,1	71,4
Mínimo	65,0	60,1	62,6	64,2
Máximo	78,5	70,3	81,2	75,7
DP	2,274	1,833	2,878	1,977
Variância	5,172	3,360	8,283	3,910
CV	3,23	2,82	4,11	2,77
Amplitude	13,492	10,193	18,596	11,472
Simetria	0,75	-0,27	0,34	-0,73
Curtose	1,47	0,21	2,25	0,42

APÊNDICE B – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura, umidade relativa do ar e índice entalpia de conforto na 2ª semana

Tabela 26 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C) na 2ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	Tgalpão	Texterna	Tgalpão	Texterna
Média	33,0	33,7	32,7	34,4
Mínimo	30,1	28,0	29,5	29,9
Máximo	35,5	38,5	35,3	38,1
DP	1,244	2,142	1,353	1,972
Variância	1,547	4,586	1,830	3,888
CV	3,76	6,35	4,14	5,74
Amplitude	5,464	10,529	5,773	8,217
Simetria	-0,52	-0,45	-0,40	-0,49
Curtose	-0,35	-0,39	-0,46	-0,68

Tabela 27 – Análise de variância da temperatura do ar (°C) na 2ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tgalpão manhã e Tgalpão tarde					
Fator	1	11,11	11,11	6,58	0,011
Erro	334	563,96	1,69		
Texterna manhã e Texterna tarde					
Fator	1	36,00	36,00	8,50	0,004
Erro	334	1415,18	4,24		
Tgalpão manhã e Texterna manhã					
Fator	1	37,73	37,73	12,30	0,001
Erro	334	1024,16	3,07		
Tgalpão tarde e Texterna tarde					
Fator	1	239,48	239,48	83,76	0,000
Erro	334	954,99	2,86		

Tabela 28 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 2ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	URgalpão	URexterna	URgalpão	URexterna
Média	41	36	47	44
Mínimo	25	17	30	25
Máximo	56	59	65	67
DP	6,374	8,261	7,291	8,545
Variância	40,627	68,246	53,165	73,012
CV	15,51	22,98	15,47	19,40
Amplitude	31,760	41,550	34,315	41,120
Simetria	-0,12	0,41	0,04	0,35
Curtose	-0,02	0,39	-0,56	-0,60

Tabela 29 – Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 2ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URgalpão manhã e URgalpão tarde					
Fator	1	3068,2	3068,2	65,42	0,000
Erro	334	15663,4	46,9		
URexterna manhã e URexterna tarde					
Fator	1	5491,3	5491,3	77,75	0,000
Erro	334	23590,2	70,6		
URgalpão manhã e URexterna manhã					
Fator	1	2219,7	2219,7	40,78	0,000
Erro	334	18181,9	54,5		
URgalpão tarde e URexterna tarde					
Fator	1	806,7	806,7	12,79	0,000
Erro	334	21071,7	63,1		

Tabela 30 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 2ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	IECgalpão	IECexterna	IECgalpão	IECexterna
Média	65,8	63,1	69,3	71,7
Mínimo	56,2	54,6	57,7	65,1
Máximo	73,8	70,0	77,7	77,6
DP	4,760	3,895	3,970	3,071
Variância	22,654	15,172	15,758	9,432
CV	7,24	6,18	5,73	4,28
Amplitude	17,628	15,468	20,022	12,564
Simetria	-0,12	-0,20	-0,03	0,21
Curtose	-0,97	-0,86	-0,81	-1,22

Tabela 31 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 2ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECgalpão manhã e IECgalpão tarde					
Fator	1	1048,2	1048,2	54,58	0,000
Erro	334	6414,8	19,2		
IECexterna manhã e IECexterna tarde					
Fator	1	6262,7	6262,7	509,07	0,000
Erro	334	4108,9	12,3		
IECgalpão manhã e IECexterna manhã					
Fator	1	607,4	607,4	32,12	0,000
Erro	334	6317,0	18,9		
IECgalpão tarde e IECexterna tarde					
Fator	1	489,1	489,1	38,83	0,000
Erro	334	4206,7	12,6		

APÊNDICE C – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura, umidade relativa do ar e índice entalpia de conforto na 3ª semana

Tabela 32 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C) na 3ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	Tgalpão	Texterna	Tgalpão	Texterna
Média	31,4	32,8	31,0	33,6
Mínimo	27,5	28,0	28,4	29,8
Máximo	34,8	39,8	33,7	37,9
DP	1,942	2,923	1,226	2,036
Variância	3,772	8,547	1,503	4,144
CV	6,18	8,91	3,96	6,07
Amplitude	7,357	11,882	5,313	8,100
Simetria	-0,14	-0,08	0,21	0,18
Curtose	-1,31	-1,21	-1,08	-1,22

Tabela 33 – Análise de variância da temperatura do ar (°C) na 3ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tgalpão manhã e Tgalpão tarde					
Fator	1	16,80	16,80	6,37	0,012
Erro	334	880,80	2,64		
Texterna manhã e Texterna tarde					
Fator	1	46,56	46,56	7,34	0,007
Erro	334	2119,43	6,35		
Tgalpão manhã e Texterna manhã					
Fator	1	160,78	160,78	26,10	0,000
Erro	334	2057,16	6,16		
Tgalpão tarde e Texterna tarde					
Fator	1	557,03	557,03	197,28	0,000
Erro	334	943,07	2,82		

Tabela 34 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 3ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	URgalpão	URexterna	URgalpão	URexterna
Média	39	40	45	47
Mínimo	27	22	30	30
Máximo	57	60	59	65
DP	7,908	9,891	6,481	7,886
Variância	62,536	97,841	42,005	62,190
CV	20,04	24,99	14,39	16,95
Amplitude	30,475	37,890	28,905	35,290
Simetria	0,48	0,50	-0,16	0,05
Curtose	-0,94	-0,97	-0,47	-0,56

Tabela 35 – Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 3ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URgalpão manhã e URgalpão tarde					
Fator	1	2623,0	2623,0	50,18	0,000
Erro	334	17458,3	52,3		
URexterna manhã e URexterna tarde					
Fator	1	4033,2	4033,2	50,41	0,000
Erro	334	26725,1	80,0		
URgalpão manhã e URexterna manhã					
Fator	1	1,4	1,4	0,02	0,894
Erro	334	26783,0	80,2		
URgalpão tarde e URexterna tarde					
Fator	1	181,8	181,8	3,49	0,063
Erro	334	17400,4	52,1		

Tabela 36 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 3ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	IECgalpão	IECexterna	IECgalpão	IECexterna
Média	59,8	63,2	62,8	71,3
Mínimo	53,5	56,1	51,1	63,1
Máximo	64,4	68,1	67,9	79,5
DP	2,474	2,706	2,905	2,617
Variância	6,122	7,323	8,439	6,846
CV	4,14	4,28	4,63	3,67
Amplitude	10,923	12,023	16,804	16,410
Simetria	-0,76	-0,49	-1,05	-0,24
Curtose	0,13	-0,12	1,89	0,31

Tabela 37 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 3ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECgalpão manhã e IECgalpão tarde					
Fator	1	750,56	750,56	103,10	0,000
Erro	334	2431,59	7,28		
IECexterna manhã e IECexterna tarde					
Fator	1	5498,58	5498,58	776,15	0,000
Erro	334	2366,21	7,08		
IECgalpão manhã e IECexterna manhã					
Fator	1	993,54	993,54	147,80	0,000
Erro	334	2245,25	6,72		
IECgalpão tarde e IECexterna tarde					
Fator	1	6127,23	6127,23	801,74	0,000
Erro	334	2552,55	7,64		

APÊNDICE D – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura, umidade relativa do ar e índice entalpia de conforto na 4ª semana

Tabela 38 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C) na 4ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	Tgalpão	Texterna	Tgalpão	Texterna
Média	31,2	33,0	30,4	33,8
Mínimo	28,1	28,1	28,0	29,4
Máximo	32,9	36,7	32,5	37,3
DP	1,058	1,973	1,189	2,008
Variância	1,119	3,892	1,413	4,032
CV	3,39	5,97	3,91	5,94
Amplitude	4,775	8,569	4,435	7,958
Simetria	-0,41	-0,02	-0,13	-0,23
Curtose	-0,57	-0,98	-1,03	-0,71

Tabela 39 – Análise de variância da temperatura do ar (°C) na 4ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tgalpão manhã e Tgalpão tarde					
Fator	1	57,14	57,14	45,14	0,000
Erro	334	422,75	1,27		
Texterna manhã e Texterna tarde					
Fator	1	51,66	51,66	13,04	0,000
Erro	334	1323,30	3,96		
Tgalpão manhã e Texterna manhã					
Fator	1	279,54	279,54	111,57	0,000
Erro	334	836,86	2,51		
Tgalpão tarde e Texterna tarde					
Fator	1	990,11	990,11	363,73	0,000
Erro	334	909,18	2,72		

Tabela 40 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 4ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	URgalpão	URexterna	URgalpão	URexterna
Média	53	44	57	49
Mínimo	39	31	41	33
Máximo	76	70	73	69
DP	6,731	8,225	7,605	8,015
Variância	45,310	67,649	57,842	64,241
CV	12,80	18,49	13,31	16,48
Amplitude	37,520	39,560	32,155	35,260
Simetria	0,51	0,74	0,09	0,34
Curtose	0,16	-0,15	-0,76	-0,33

Tabela 41 – Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 4ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URgalpão manhã e URgalpão tarde					
Fator	1	1741,0	1741,0	33,76	0,000
Erro	334	17226,4	51,6		
URexterna manhã e URexterna tarde					
Fator	1	1449,5	1449,5	21,98	0,000
Erro	334	22025,6	65,9		
URgalpão manhã e URexterna manhã					
Fator	1	5523,3	5523,3	97,79	0,000
Erro	334	18864,2	56,5		
URgalpão tarde e URexterna tarde					
Fator	1	6079,7	6079,7	99,60	0,000
Erro	334	20387,9	61,0		

Tabela 42 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 4ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	IECgalpão	IECexterna	IECgalpão	IECexterna
Média	68,8	68,1	69,2	73,9
Mínimo	60,8	57,8	58,1	62,4
Máximo	78,0	75,0	73,5	83,2
DP	4,078	3,599	2,675	3,262
Variância	16,630	12,952	7,158	10,641
CV	5,92	5,29	3,86	4,42
Amplitude	17,182	17,221	15,469	20,797
Simetria	0,15	-0,51	-1,74	-0,40
Curtose	-0,63	0,15	4,56	2,65

APÊNDICE E – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura, umidade relativa do ar e índice entalpia de conforto na 5ª semana

Tabela 43 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C) na 5ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	Tgalpão	Texterna	Tgalpão	Texterna
Média	32,1	35,5	31,1	35,2
Mínimo	28,9	30,6	28,3	30,3
Máximo	34,8	39,0	34,6	39,6
DP	1,552	2,076	1,341	2,107
Variância	2,409	4,309	1,798	4,441
CV	4,83	5,85	4,31	5,98
Amplitude	5,893	8,492	6,202	9,346
Simetria	-0,34	-0,72	0,01	-0,19
Curtose	-1,07	-0,34	-0,50	-0,70

Tabela 44 – Análise de variância da temperatura do ar (°C) na 5ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tgalpão manhã e Tgalpão tarde					
Fator	1	82,76	82,76	39,34	0,000
Erro	334	702,65	2,10		
Texterna manhã e Texterna tarde					
Fator	1	5,66	5,66	1,29	0,256
Erro	334	1461,25	4,37		
Tgalpão manhã e Texterna manhã					
Fator	1	966,91	966,91	287,85	0,000
Erro	334	1121,94	3,36		
Tgalpão tarde e Texterna tarde					
Fator	1	1429,90	1429,90	458,36	0,000
Erro	334	1041,95	3,12		

Tabela 45 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 5ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	URgalpão	URexterna	URgalpão	URexterna
Média	45	35	55	44
Mínimo	35	25	38	29
Máximo	65	56	73	66
DP	7,549	7,197	8,405	8,640
Variância	56,980	51,797	70,641	74,641
CV	16,84	20,40	15,34	19,60
Amplitude	31,655	31,010	35,220	36,270
Simetria	0,95	1,24	-0,13	0,28
Curtose	-0,03	0,63	-0,57	-0,69

Tabela 46 – Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 5ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URgalpão manhã e URgalpão tarde					
Fator	1	8357,3	8357,3	130,97	0,000
Erro	334	21312,7	63,8		
URexterna manhã e URexterna tarde					
Fator	1	6516,7	6516,7	103,08	0,000
Erro	334	21115,2	63,2		
URgalpão manhã e URexterna manhã					
Fator	1	7663,0	7663,0	140,89	0,000
Erro	334	18165,7	54,4		
URgalpão tarde e URexterna tarde					
Fator	1	9649,3	9649,3	132,83	0,000
Erro	334	24262,2	72,6		

Tabela 47 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 5ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	IECgalpão	IECexterna	IECgalpão	IECexterna
Média	65,7	67,4	69,9	74,4
Mínimo	60,7	62,7	62,1	65,0
Máximo	72,3	71,8	77,7	79,8
DP	2,554	2,049	2,997	2,556
Variância	6,525	4,197	8,980	6,532
CV	3,89	3,04	4,29	3,43
Amplitude	11,572	9,144	15,592	14,779
Simetria	0,23	0,09	-0,10	-0,14
Curtose	-0,58	-0,53	-0,48	-0,00

Tabela 48 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 5ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECgalpão manhã e IECgalpão tarde					
Fator	1	1500,94	1500,94	193,60	0,000
Erro	334	2589,39	7,75		
IECexterna manhã e IECexterna tarde					
Fator	1	4183,41	4183,41	779,81	0,000
Erro	334	1791,78	5,36		
IECgalpão manhã e IECexterna manhã					
Fator	1	230,89	230,89	43,07	0,000
Erro	334	1790,69	5,36		
IECgalpão tarde e IECexterna tarde					
Fator	1	1691,86	1691,86	218,14	0,000
Erro	334	2590,48	7,76		

APÊNDICE F – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura, umidade relativa do ar e índice entalpia de conforto na 6ª semana

Tabela 49 – Estatística descritiva básica da temperatura do ar (°C) na 6ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	Tgalpão	Texterna	Tgalpão	Texterna
Média	31,0	34,0	30,4	34,7
Mínimo	27,7	28,3	28,0	29,9
Máximo	33,2	36,8	33,2	38,2
DP	1,323	1,811	1,078	2,016
Variância	1,749	3,281	1,162	4,063
CV	4,27	5,33	3,55	5,81
Amplitude	5,532	8,480	5,237	8,325
Simetria	-0,54	-0,71	0,25	-0,47
Curtose	-0,75	-0,36	-0,30	-0,60

Tabela 50 – Análise de variância da temperatura do ar (°C) na 6ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tgalpão manhã e Tgalpão tarde					
Fator	1	33,79	33,79	23,21	0,000
Erro	334	486,27	1,46		
Texterna manhã e Texterna tarde					
Fator	1	42,81	42,81	11,66	0,001
Erro	334	1226,37	3,67		
Tgalpão manhã e Texterna manhã					
Fator	1	750,25	750,25	298,29	0,000
Erro	334	840,08	2,52		
Tgalpão tarde e Texterna tarde					
Fator	1	1579,79	1579,79	604,72	0,000
Erro	334	872,56	2,61		

Tabela 51 – Estatística descritiva básica da umidade relativa do ar (%) na 6ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	URgalpão	URexterna	URgalpão	URexterna
Média	51	39	59	45
Mínimo	41	31	44	33
Máximo	72	62	80	64
DP	6,630	6,087	7,429	6,956
Variância	43,958	37,047	55,187	48,386
CV	13,13	15,65	12,59	15,39
Amplitude	31,650	30,890	36,390	31,630
Simetria	0,96	1,18	0,51	0,57
Curtose	0,14	1,13	0,23	-0,30

Tabela 52 – Análise de variância da umidade relativa do ar (%) na 6ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
URgalpão manhã e URgalpão tarde					
Fator	1	6122,6	6122,6	123,51	0,000
Erro	334	16557,2	49,6		
URexterna manhã e URexterna tarde					
Fator	1	3335,0	3335,0	78,07	0,000
Erro	334	14267,3	42,7		
URgalpão manhã e URexterna manhã					
Fator	1	11276,1	11276,1	278,41	0,000
Erro	334	13527,8	40,5		
URgalpão tarde e URexterna tarde					
Fator	1	16049,5	16049,5	309,92	0,000
Erro	334	17296,7	51,8		

Tabela 53 – Estatística descritiva básica do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 6ª semana

Observações	Manhã		Tarde	
	IECgalpão	IECexterna	IECgalpão	IECexterna
Média	66,6	66,4	70,5	73,9
Mínimo	62,8	62,5	64,1	69,2
Máximo	70,0	70,9	76,1	78,1
DP	1,459	1,522	2,623	2,337
Variância	2,129	2,317	6,879	5,462
CV	2,19	2,29	3,72	3,16
Amplitude	7,197	8,421	11,935	8,835
Simetria	-0,39	0,29	-0,19	-0,18
Curtose	-0,09	0,05	-0,65	-1,25

Tabela 54 – Análise de variância do Índice Entalpia de Conforto (kJ/kg ar seco) na 6ª semana

Observações	GL	SQ	QM	F	P
IECgalpão manhã e IECgalpão tarde					
Fator	1	1294,58	1294,58	287,44	0,000
Erro	334	1504,28	4,50		
IECexterna manhã e IECexterna tarde					
Fator	1	4676,25	4676,25	1202,34	0,000
Erro	334	1299,03	3,89		
IECgalpão manhã e IECexterna manhã					
Fator	1	2,22	2,22	1,00	0,318
Erro	334	742,34	2,22		
IECgalpão tarde e IECexterna tarde					
Fator	1	955,54	955,54	154,85	0,000
Erro	334	2060,96	6,17		

APÊNDICE G – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura da cama das aves, velocidade do vento e luminosidade na 4ª, 5ª e 6ª semana

Tabela 55 – Análise de variância da temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tcama – 4ª, 5ª e 6ª semana					
Fator	2	71,269	35,635	55,93	0,000
Erro	429	273,352	0,637		
VV – 4ª, 5ª e 6ª semana					
Fator	2	15,819	7,910	33,45	0,000
Erro	429	101,448	0,236		
Lum – 4ª, 5ª e 6ª semana					
Fator	2	6102750	3051375	3,91	0,021
Erro	429	335054343	781012		

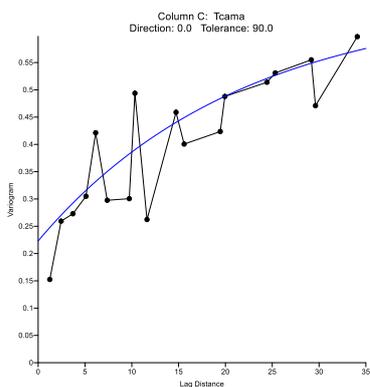
Tabela 56 – Análise de variância da temperatura da cama das aves ($^{\circ}\text{C}$), velocidade do vento (m.s^{-1}) e luminosidade (lux) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Tcama – 4ª, 5ª e 6ª semana					
Fator	2	125,008	62,504	95,84	0,000
Erro	429	279,780	0,652		
VV – 4ª, 5ª e 6ª semana					
Fator	2	8,062	4,031	26,92	0,000
Erro	429	64,249	0,150		
Lum – 4ª, 5ª e 6ª semana					
Fator	2	3172291	1586145	9,99	0,000
Erro	429	68141090	158837		

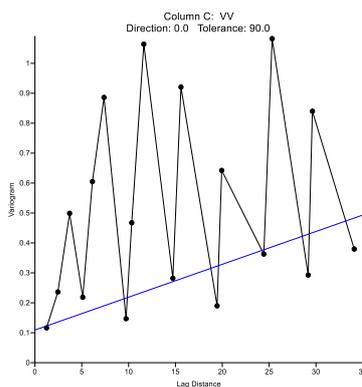
APÊNDICE H – Variogramas das variáveis temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã

4ª semana – Manhã

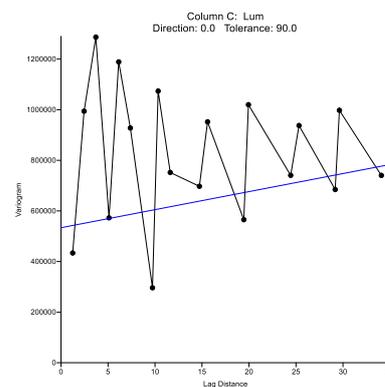
Tcama (°C) - Exponencial



VV (m.s⁻¹) - Linear

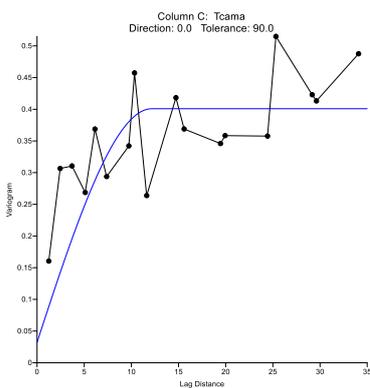


Lum (lux) - Linear

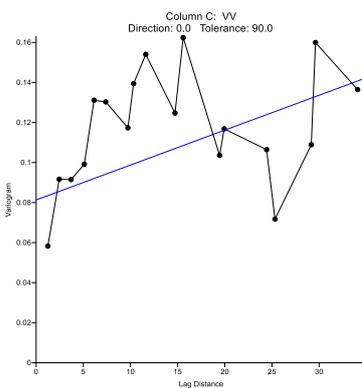


5ª semana – Manhã

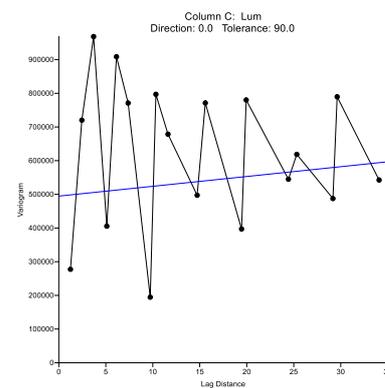
Tcama (°C) - Esférico



VV (m.s⁻¹) - Linear

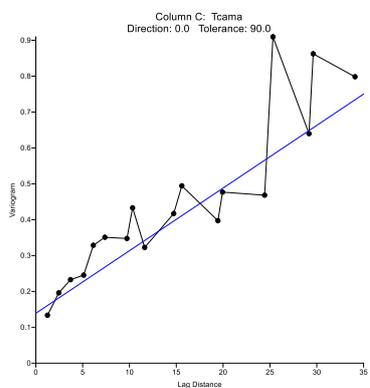


Lum (lux) - Linear

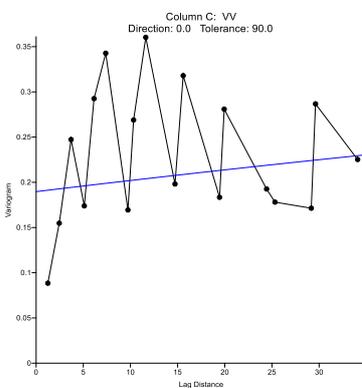


6ª semana - Manhã

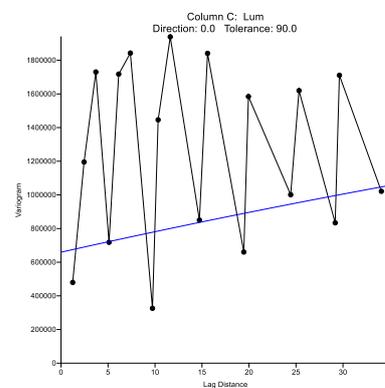
Tcama (°C) - Linear



VV (m.s⁻¹) - Exponencial



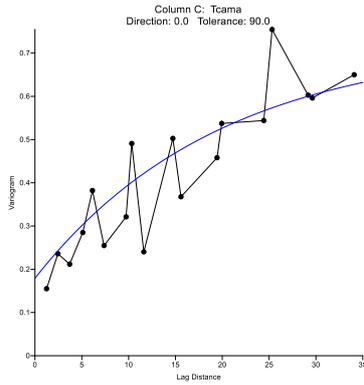
Lum (lux) - Exponencial



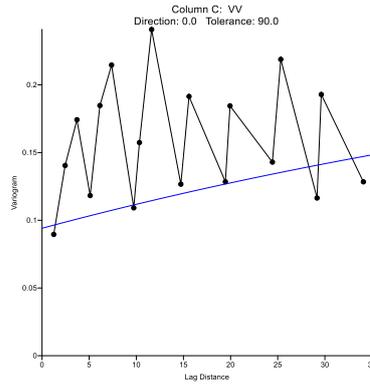
APÊNDICE I – Variogramas das variáveis temperatura da cama, velocidade do vento e luminosidade, na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da tarde

4ª semana – Tarde

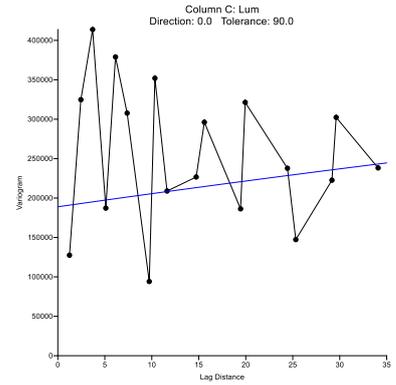
Tcama (°C) - Exponencial



VV (m.s⁻¹) - Exponencial

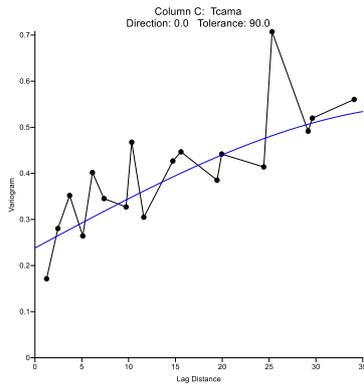


Lum (lux) - Exponencial

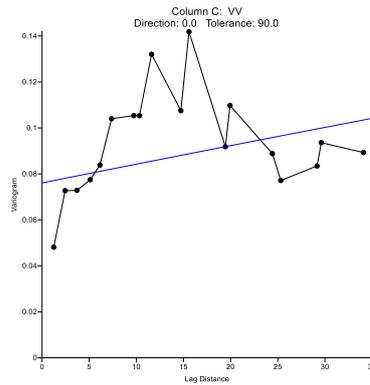


5ª semana – Tarde

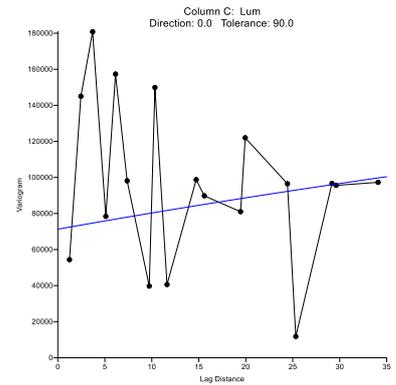
Tcama (°C) - Esférico



VV (m.s⁻¹) - Exponencial

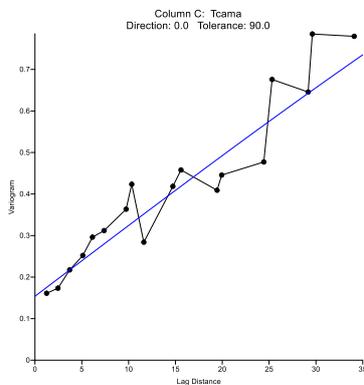


Lum (lux) - Exponencial

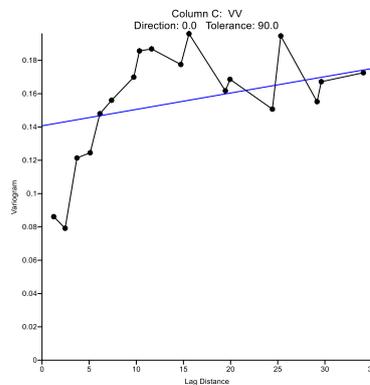


6ª semana - Tarde

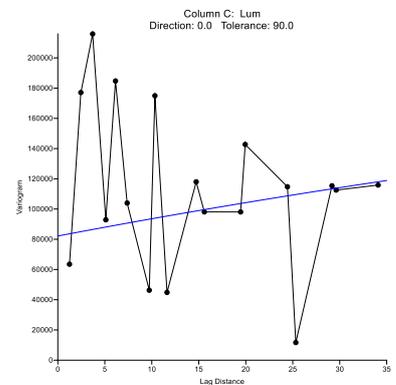
Tcama (°C) - Esférico



VV (m.s⁻¹) – Esférico



Lum (lux) - Exponencial



APÊNDICE J – Estatística descritiva básica e análise de variância da temperatura retal na 4ª, 5ª e 6ª semana de vida

Tabela 57 - Estatística descritiva básica da temperatura retal (°C) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã e da tarde

Observações	4ª semana		5ª semana		6ª semana	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Média	40,8	40,5	41,3	41,2	41,0	41,2
Mínimo	40,2	39,9	40,2	40,3	40,0	40,1
Máximo	41,4	41,1	42,5	42,5	42,3	42,3
DP	0,314	0,249	0,486	0,350	0,538	0,457
Variância	0,0983	0,0618	0,236	0,123	0,290	0,209
CV	0,77	0,61	1,18	0,85	1,31	1,11
Amplitude	1,200	1,200	2,300	2,200	2,300	2,200
Simetria	-0,03	-0,29	0,31	0,68	0,33	0,18
Curtose	-0,60	0,91	0,17	1,82	-0,38	-0,36

Tabela 58 – Análise de variância da temperatura retal (°C) na 4ª, 5ª e 6ª semana, no turno da manhã e da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
4ª semana - Manhã e Tarde					
Fator	1	2,773	2,773	34,65	0,000
Erro	238	19,053	0,080		
5ª semana - Manhã e Tarde					
Fator	1	0,193	0,193	1,08	0,301
Erro	238	42,646	0,179		
6ª semana – Manhã e Tarde					
Fator	1	1,176	1,176	4,72	0,031
Erro	238	59,336	0,249		
4ª, 5ª e 6ª semana - Manhã					
Fator	2	15,078	7,539	36,25	0,000
Erro	357	74,246	0,208		

4^a, 5^a e 6^a semana - Tarde					
Fator	2	33,012	16,506	125,94	0,000
Erro	357	46,789	0,131		

APÊNDICE K – Estatística descritiva básica e análise de variância da frequência respiratória de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida

Tabela 59 – Análise de variância da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da manhã

Observações	Q1		Q2		Q3		Q4	
	5ª sem	6ª sem						
Média	67	74	66	81	73	85	75	90
Mínimo	36	24	32	28	36	32	36	40
Máximo	136	148	120	132	132	144	120	148
DP	22,17	27,89	23,05	24,75	20,77	29,34	22,83	27,27
Variância	491,51	777,96	531,31	612,76	431,19	860,85	521,31	743,64
CV	33,25	37,47	34,69	30,69	28,58	34,45	30,34	30,30
Amplitude	100	124	88	104	96	112	84	108
Simetria	0,94	0,50	0,70	0,02	0,43	0,01	0,27	-0,05
Curtose	0,57	-0,64	-0,61	-0,80	-0,45	-1,11	-0,94	-0,84

Observações	Q5		Q6		Q7		Q8	
	5ª sem	6ª sem						
Média	83	98	77	92	88	96	85	101
Mínimo	40	44	36	32	40	44	40	48
Máximo	144	156	128	152	136	144	132	160
DP	22,21	23,34	22,04	25,44	22,97	25,75	22,77	25,34
Variância	493,39	544,71	485,84	647,12	527,59	662,94	518,58	642,25
CV	26,65	23,89	28,75	27,73	26,17	26,75	26,80	25,05
Amplitude	104	112	92	120	96	100	92	112
Simetria	0,13	-0,26	0,20	-0,17	-0,20	-0,24	-0,08	0,11
Curtose	-0,28	-0,02	-1,12	-0,26	-0,61	-0,95	-0,96	-0,54

Tabela 60 – Análise de variância da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da manhã

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Q1 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	2722	2722	4,29	0,040
Erro	178	112982	635		
Q2 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	9102	9102	15,91	0,000
Erro	178	101822	572		
Q3 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	7019	7019	10,86	0,001
Erro	178	114992	646		
Q4 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	9798	9798	15,49	0,000
Erro	178	112581	632		
Q5 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	9274	9274	17,87	0,000
Erro	178	92391	519		
Q6 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	10215	10215	18,03	0,000
Erro	178	100834	566		
Q7 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	3243	3243	5,45	0,021
Erro	178	105957	595		
Q8 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	11777	11777	20,29	0,000
Erro	178	103314	580		

Tabela 61 – Análise de variância da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da tarde

Observações	Q1		Q2		Q3		Q4	
	5ª sem	6ª sem						
Média	92	98	89	99	98	113	100	110
Mínimo	40	48	40	40	48	40	48	44
Máximo	144	156	156	172	148	168	152	160
DP	28,18	26,01	28,68	30,30	26,42	28,04	27,27	26,01
Variância	794,05	676,56	822,71	918,25	698,14	786,41	743,49	676,60
CV	30,78	26,42	32,09	30,53	27,08	24,86	27,13	23,73
Amplitude	104	108	116	132	100	128	104	116
Simetria	0,14	-0,09	0,32	-0,17	-0,03	-0,40	0,01	-0,42
Curtose	-1,19	-0,52	-0,52	-0,66	-0,89	-0,11	-1,15	-0,32

Observações	Q5		Q6		Q7		Q8	
	5ª sem	6ª sem						
Média	103	107	98	104	97	102	94	98
Mínimo	48	60	48	52	44	48	44	44
Máximo	144	160	156	156	148	160	144	160
DP	24,55	21,51	25,74	22,08	24,51	27,30	24,52	28,72
Variância	602,68	462,68	662,73	487,32	600,56	745,42	601,38	824,85
CV	23,79	20,16	26,29	21,27	25,15	26,73	26,22	29,37
Amplitude	96	100	108	104	104	112	100	116
Simetria	-0,33	0,04	-0,05	-0,21	-0,28	-0,06	0,10	0,22
Curtose	-0,61	-0,41	-0,83	-0,20	-0,64	-0,85	-0,82	-0,73

Tabela 62 – Análise de variância da frequência respiratória (mov.min⁻¹) de frangos de corte na 5ª e 6ª semana de vida, no turno da tarde

Observações	GL	SQ	QM	F	P
Q1 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	2136	2136	2,90	0,090
Erro	178	130884	735		
Q2 – 5ª e 6ª semana					

Fator	1	4381	4381	5,03	0,026
Erro	178	154946	870		
Q3 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	10458	10458	14,09	0,000
Erro	178	132125	742		
Q4 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	3736	3736	5,26	0,023
Erro	178	126388	710		
Q5 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	555	555	1,04	0,309
Erro	178	94817	533		
Q6 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	1549	1549	2,69	0,103
Erro	178	102355	575		
Q7 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	999	999	1,48	0,225
Erro	178	119792	673		
Q8 – 5ª e 6ª semana					
Fator	1	819	819	1,15	0,285
Erro	178	126934	713		

ANEXO A – Tabela de entalpia para frangos de corte na 1ª semana

NEAMBE - UFC														
TABELA PRÁTICA PARA AVALIAÇÃO DO AMBIENTE DE GALPÕES DE FRANGOS DE CORTE														
Faixa de Conforto para Frangos de corte (1ª semana) - IEC 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
1 SEMANA	77,0	88,3	88,6	106,5	106,6	122,0	122,4	145,8

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

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) - IEC 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
2 SEMANA	66,9	77,0	77,3	92,8	93,3	106,4	106,5	127,6

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

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) - IEC 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
3 SEMANA	57,7	66,9	67,2	80,6	80,7	92,5	92,7	121,9

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

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) - IEC 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
4 SEMANA	52,1	57,7	57,8	69,6	69,8	80,1	80,2	116,4

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

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) - IEC de 39,6 a 54,9 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
5 SEMANA	39,6	54,9	55,1	66,2	66,3	76,3	76,7	111,1

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

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) - IEC de 37,4 a 52,1 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
6 SEMANA	37,4	52,1	52,2	63,0	63,1	72,6	72,7	106,0

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



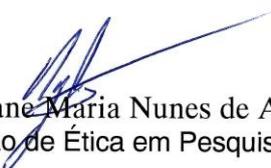
Universidade Federal do Ceará
Comissão de Ética em Pesquisa Animal – CEPA
Rua: Coronel Nunes de Melo, 1127 Rodolfo Teófilo
Cep: 60430-970 Fortaleza-CE
Tel: (85) 3366.8331 Fax: (85) 3366.8333

DECLARAÇÃO

Declaramos que o protocolo para uso de animais em experimentação n° 69/2012, sobre o projeto intitulado: “**AValiação da Umidade Relativa do Ar em Galpões de Criação de Frangos de Corte**”, de responsabilidade de Marília Lessa de Vasconcelos Queiroz e está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA).

Declaramos ainda que o referido projeto foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa Animal – CEPA – em reunião realizada em 28 de novembro de 2012.

Fortaleza, 29 de novembro de 2012


Profa. Dra. Nylane Maria Nunes de Alencar
Coordenadora da Comissão de Ética em Pesquisa Animal – CEPA