UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CÂMPUS DE ARAÇATUBA

ESTRATÉGIAS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DE UM AMBIENTE TÉRMICO ADVERSO PARA FRANGOS DE CORTE

Patrícia Martiniano de Oliveira
Médica Veterinária

ARAÇATUBA – SP
2015

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

CÂMPUS DE ARAÇATUBA

ESTRATÉGIAS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DE UM AMBIENTE TÉRMICO ADVERSO PARA FRANGOS DE CORTE

Patrícia Martiniano de Oliveira

Orientador: Prof. Adj. Marcelo Vasconcelos Meireles
Co-orientador: Prof. Adj. Max José de Araujo Faria Junior
Co-orientador: Prof. Adj. Manoel Garcia Neto

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp, Campus de Araçatuba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal (Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal).

ARAÇATUBA – SP
2015

Catalogação na Publicação(CIP)
Serviço de Biblioteca e Documentação – FMVA/UNESP

Oliveira, Patrícia Martiniano de

Ol41e Estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte / Patrícia Martiniano de Oliveira.

Araçatuba: [s.n], 2015

88 f. il.; CD-ROM

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2015

Orientador: Prof. Adj. Marcelo Vasconcelos Meireles
Co-orientador: Prof.Adj. Max José de Araujo Faria Júnior
Co-orientador: Prof. Adj: Manoel Garcia Neto

1. Transtornos de estresse por calor 2. Aves, 3. Eletrólitos 4. Equilíbrio ácido base. 5. termocondicionamento precoce. I. T.

CDD 616.898

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba
Seção Técnica de Graduação e Pós-Graduação

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte.

AUTORA: PATRICIA MARTINIANO DE OLIVEIRA

COORIENTADOR: Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRA em CIÊNCIA ANIMAL (MEDICINA VETERINÁRIA PREVENTIVA E PRODUÇÃO ANIMAL) pela Comissão Examinadora.

Dra. LEDA GOBBO DE FREITAS BUENO

Dr. WILSON MACHADO DE SOUZA

Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR

DATA DA REALIZAÇÃO: 6 de agosto de 2015.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. MAX JOSÉ DE ARAUJO FARIA JUNIOR
- Coorientador -

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

PATRÍCIA MARTINIANO DE OLIVEIRA – nascida em 30 de novembro de 1977, em São Paulo – SP, cursou o ensino fundamental e o ensino médio no Colégio Sagrado Coração de Jesus, no município de São Paulo – SP. Ingressou no curso de Medicina Veterinária na Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/UNESP – SP em 2007 e formou-se no ano de 2011. Durante a graduação foi aluna de iniciação científica, com bolsa FAPESP. Iniciou em 2012, como aluna especial e em 2013, como aluna regular do curso de mestrado em Ciência Animal na Faculdade de Medicina Veterinária UNESP Campus de Araçatuba, na área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, com bolsa CAPES.

“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser; não somos o que iremos ser. Mas, graças a Deus, não somos o que éramos.”

(Martin Luther King)

Dedico

A Deus, por conceder o privilégio de ter o meu sonho realizado.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amados pais Oscar e Vita, alicerces da minha vida, que estiveram sempre ao meu lado oferecendo incentivo e apoio;

À minha querida irmã Tatiana, que participou de todos os momentos importantes em minha vida, sem sua ajuda tudo se tornaria mais difícil;

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária - campus de Araçatuba, e ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado, e pelo suporte e todos ensinamentos adquiridos através deste Corpo Docente que em sua totalidade é referência em competência, dedicação e amor à profissão;

Ao professor Marcelo Vasconcelos Meireles por aceitar ser meu orientador;

Aos professores Max José de Araujo Faria Junior e Manoel Garcia Neto como co-orientadores pela oportunidade dada, pois além de professores foram grandes mestres que me ensinaram a superar todas as adversidades. E em especial, ao professor Max, pela sua generosidade em dedicar seus dias para me orientar em uma fase tão importante que é a da finalização da dissertação, realmente a sua compreensão, atenção e a disponibilidade de ajudar e de partilhar tantos ensinamentos foram imprescindíveis para que houvesse uma maior clareza da análise dos resultados obtidos no meu experimento.

Aos professores Elisa e Marcos Franke pelo apoio;

À professora Sílvia Helena Venturoli Perri, pelas preciosas orientações fornecidas no meu Exame Geral de Qualificação;

Aos professores e amigos Dr. Wilson Machado de Souza e Dona Nair Trevisan Machado de Souza pelos conselhos, amizade e carinho;

Aos funcionários Laércio e Adão pela colaboração e apoio técnico na execução deste experimento;

À bibliotecária Isabel pelo auxílio na revisão da minha dissertação;

Aos amigos, Marcel, Maria Clara, Mayara Maia, Sérgio, Pamela, Danilo, Carla, por conviverem comigo nesta etapa tão importante da minha vida;

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de mestrado cedida;

Ao professor Luiz Eduardo Corrêa Fonseca e sua filha Dra. Laura Fonseca pelos conselhos, apoio e cuidados ao longo destes anos de estudo;

Ao Dr. Clemente Eduardo Jacquet, por incentivar minha caminhada acadêmica, por ser um exemplo de profissional ético que verdadeiramente ama o que faz, e sobretudo, por ser este amigo querido;

Às minhas amigas e irmãs de coração, Carina e Camila pela amizade sincera e fortalecedora;

À Dona Maria, por ser essa grande amiga e mãe de coração tão amada;

Ao amigo Sr. William Raduan Ansarah (*in memoriam)*, por ter apoiado meus estudos desde o início da graduação, sei que ficaria orgulhoso em saber que concluo mais uma etapa do meu crescimento profissional;

Ao meu esposo Nilson, meu grande amor, companheiro fiel, grande presente de Deus em minha vida;

À Sthefany, pelo carinho dedicado e pela forma sutil com que mostrou que escolhi o caminho certo para minha jornada profissional;

Enfim, a todos que direta e indiretamente contribuíram para a execução desta dissertação;

Que Deus com sua infinita misericórdia e bondade abençoe a todos extraordinariamente.

SUMÁRIO

Página

1 INTRODUÇÃO 20
2 REVISÃO DE LITERATURA 23
2.1 Panorama da avicultura brasileira 23
2.2 Estresse térmico 24
2.2.1 Temperatura ambiental e sua influência no desempenho de frangos de corte 24
2.2.2 Respostas fisiológicas e comportamentais dos frangos de corte na situação do estresse calórico 26
2.2.3 O processo de adaptação ao calor 28
2.3 Equilíbrio eletrolítico 30
2.3.1 Eletrólitos 30
2.3.2 Balanço eletrolítico 33
2.3.3 Relação eletrolítica 37
3 HIPÓTESE 38
4 OBJETIVO 39
5 MATERIAL E MÉTODO 40
5.1 Tratamentos e delineamento experimental 40
5.2 Condução do experimento 40
5.3 Avaliações 45
5.3.1 Desempenho das aves e rendimento de carcaça 45
5.4 Caracterização microclimática dos ambientes de crescimento e de temperatura corporal das aves 47
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO 48
6.1 Variáveis microclimáticas dos ambientes de crescimento e de temperatura corporal das aves 48
6.2 Desempenho zootécnico, taxa de mortalidade e de sobrevivência após termocondicionamento precoce e após estresse calórico crônico 61
6.3 Características de carcaça 69
7 CONCLUSÃO 74

8 REFERÊNCIAS 75

9 APÊNDICES 84

A – Certificado do comitê de ética no uso de animais para a realização deste experimento 85

B – Fotografias do experimento 86

LISTA DE ABREVIATURAS

ABPA = Associação Brasileira de Proteína Animal

BE = balanço eletrolítico

BEecf = bases em excesso

$CaCl_2$ = cloreto de cálcio

Cl^- = cloro

EE = equilíbrio eletrolítico

EUA = Estados Unidos da América

g = gramas

H^+ = ácido

HCl = ácido clorídrico

HCO_3^- = bicarbonato

K^+ = potássio

KCl = cloreto de potássio

MAPA = Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

mEq/kg = miliequivalente por kilograma

Na^+ = sódio

$NaHCO_3$ = bicarbonato de sódio

NH_4Cl = cloreto de amônia

pH = potencial hidrogeniônico

PPFR = Programa Prático de Formulação de Rações

RE = relação eletrolítica

TCP = termocondicionamento precoce

UBABEF = União Brasileira de Avicultura

UNESP = Universidade Estadual Paulista

°C = graus Celsius

$[Na^+]$ = concentração de sódio

$[K^+]$ = concentração de potássio

$[Cl^-]$ = concentração de cloro

LISTA DE FIGURAS

Figura 1a – Croqui da Face “A” das baterias metálicas. **41**

Figura 1b – Croqui da Face “B” das baterias metálicas. **42**

Figura 2 – Croqui da distribuição dos tratamentos, localização dos termômetros de globo negro e dos sensores de temperatura e umidade no galpão experimental. **43**

Figura 3 – Variação da temperatura de globo negro durante a permanência dos pintainhos em baterias metálicas (1º ao 6º dia de criação).....**48**

Figura 4 – Variação da temperatura de globo negro durante a permanência dos frangos de corte machos no galpão (7º ao 42º dia de criação) **49**

Figura 5 – Variação da temperatura do ar durante a permanência dos pintainhos em baterias metálicas (1º ao 6º dia de criação).....**52**

Figura 6 – Variação da temperatura do ar durante a permanência dos frangos de corte machos no galpão (7º ao 42º dia de criação) **52**

Figura 7 – Variação da umidade relativa do ar durante a permanência dos pintainhos em baterias metálicas (1º ao 6º dia de criação).....**56**

Figura 8 – Variação da umidade relativa do ar durante a permanência dos frangos de corte machos no galpão (7º ao 42º dia de criação) **57**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição percentual das rações fornecidas para os frangos de corte nas fases inicial, crescimento e terminação, calculada pela planilha eletrônica PPFR*, segundo as Tabelas Brasileiras (2011) **44**

Tabela 2 – Temperatura média, mínima e máxima registrada pelos globos negros entre o 1º ao 6º dia de criação **50**

Tabela 3 – Temperatura média, mínima e máxima registrada pelos globos negros entre o 7º ao 42º dia de criação **51**

Tabela 4 – Temperatura média, mínima e máxima registrada pelos globos negros durante o estresse calórico crônico (35º ao 39º dia) **51**

Tabela 5 – Temperatura média, mínima e máxima do ar registrada pelos sensores entre o 1º ao 6º dia de criação **53**

Tabela 6 – Temperatura média, mínima e máxima do ar registrada pelos sensores durante o 7º ao 42º dia de criação **54**

Tabela 7 – Temperatura média, mínima e máxima do ar durante o estresse calórico crônico (35º ao 39º dia) **55**

Tabela 8 – Umidade relativa média, mínima e máxima do ar entre o 1º ao 6º dia de criação **58**

Tabela 9 – Umidade relativa média, mínima e máxima do ar entre o 7º ao 42º dia de criação **59**

Tabela 10 – Umidade relativa média, mínima e máxima do ar durante o período de estresse calórico crônico (35º ao 39º dia) **60**

Tabela 11 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para temperatura superficial dos frangos de corte machos durante o 1º, 3º e 5º dia de estresse calórico crônico **61**

Tabela 12 – Médias da temperatura superficial dos frangos de corte machos no 1º, 3º e 5º dia de estresse calórico crônico segundo os tratamentos **61**

Tabela 13 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), por períodos, para frangos de corte machos **63**

Tabela 14 – Médias do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), por períodos, para frangos de corte machos segundo os tratamentos **63**

Tabela 15 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso e taxa de mortalidade, acumulados, para frangos de corte machos **65**

Tabela 16 – Médias do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso e taxa de mortalidade, acumuladas, para frangos de corte machos segundo os tratamentos **65**

Tabela 17 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para taxa de sobrevivência após termocondicionamento precoce e estresse calórico crônico para frangos de corte machos **68**

Tabela 18 – Médias da taxa de sobrevivência após o termocondicionamento precoce e estresse calórico crônico para frangos de corte machos segundo os tratamentos **69**

Tabela 19 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para os pesos da ave ao abate, da carcaça, da gordura e rendimento de carcaça para frangos de corte machos **69**

Tabela 20 – Médias dos pesos da ave ao abate, da carcaça, da gordura e rendimento de carcaça para frangos de corte machos segundo os tratamentos **70**

Tabela 21 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para os pesos absolutos e relativos do coração e fígado para frangos de corte machos **71**

Tabela 22 – Médias dos pesos absolutos e relativos do coração e fígado para frangos de corte machos segundo os tratamentos **71**

ESTRATÉGIAS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DE UM AMBIENTE TÉRMICO ADVERSO PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO – O calor limita a produção de frangos de corte. Este trabalho avaliou as interações entre termocondicionamento precoce (TCP) e o uso do equilíbrio eletrolítico (EE), sobre o desempenho e características da carcaça das aves. Assim, o balanço eletrolítico (BE = Na + K – Cl), foi ajustado em 350mEq/kg e a relação eletrolítica (K+Cl)/Na em 3:1, pelo programa PPFR. O experimento foi realizado no setor de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/UNESP. Alojaram-se 240 pintos machos de 1 dia de idade, linhagem Cobb-500®, em bateria metálica com 24 divisões e aquecimento elétrico automático. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2x2, totalizando 4 tratamentos com 6 repetições e 10 aves por parcela experimental. O TCP ocorreu no 5º dia de idade, por 24 horas a 36,5°C, em metade do lote. Posteriormente, as aves foram transferidas para um galpão climatizado e alojadas em boxes, da mesma forma que a outra parcela que não passou pelo TCP. Avaliaram-se os efeitos do estresse calórico crônico (6 horas a 32°C) aplicado do 35º ao 39º dia de idade. Foram monitorados a temperatura e umidade do ar, bem como a temperatura de globo negro. Alimentação e água foram fornecidas *ad libitum*. Calcularam-se os dados de desempenho zootécnico e a taxa de mortalidade das aves. Submeteram-se os resultados à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey. Não houve interação entre o TCP e o EE sobre o desempenho e características da carcaça das aves. As estratégias, TCP e EE mostraram-se ineficazes a fim de amenizar os efeitos do estresse calórico crônico em frangos de corte.

Palavras-Chave: aves, eletrólitos, equilíbrio ácido-base, termocondicionamento precoce, transtornos de estresse por calor

STRATEGIES TO MINIMIZE THE ADVERSE THERMAL ENVIRONMENT IN BROILER CHICKENS

ABSTRACT – The heat limits the production of broilers. This study evaluated the interactions between early thermal conditioning (ETC) and the electrolyte balance (EB) on performance and characteristics of birds' carcass. Thus, the electrolyte balance (BE = $Na^+ + K^+ - Cl^-$), was set to 350mEq/kg and electrolyte ratio ($K^+ + Cl^-$)/ Na^+ in 3:1 by PPFR program. The experiment was carried out at the Animal Science department of the Faculty of Veterinary Medicine of Araçatuba / UNESP. It was used 240 male chicks of 1 day old, Cobb-500®, lodged in metal batteries with 24 divisions and automatic electric heating. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 2x2, totaling 4 treatments with 6 replicates and 10 birds per experimental plot. ETC occurred on the 5th day of age for 24 hours at 36.5 °C in half of the batch. Subsequently, these birds were transferred to an environmentally controlled shed and were grown in boxes, in the same way as the other half that not received ETC treatment. The effects of chronic heat stress (6 hours at 32 °C) applied from the 35th through the 39th day of age were evaluated. Temperature and air humidity, as well black-globe temperature were monitored electronically. Food and water were provided *ad libitum*. The growth performance data and the mortality rate of birds were measured. The results were subjected to analysis of variance and comparison of means was done by Tukey test. There were no interaction effects between ETC and EB on performance and characteristics of birds' carcass. The strategies ETC and EB proved to be ineffective in order to mitigate the effects of chronic heat stress in broilers.

Keywords: acid-base equilibrium, birds, early thermal conditioning, electrolytes, heat stress disorders

1 INTRODUÇÃO

A avicultura representa hoje um importante setor na economia de diversos países, inclusive o Brasil, o qual permaneceu como terceiro maior produtor mundial de carne de frango, produzindo 12,3 milhões de toneladas, superado apenas pelos EUA, cuja produção foi de 16,9 milhões de toneladas e a China com 13,5 milhões de toneladas, segundo a União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2014).

De acordo com o balanço divulgado pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), o volume total de carne de frango exportado pelos frigoríficos brasileiros em 2014 foi de 4,1 milhões de toneladas, crescimento de 3% em comparação com as 3,98 milhões de toneladas comercializadas no ano anterior (MENDES, 2015).

Esses dados refletem o desenvolvimento alcançado pelo setor avícola, fruto da evolução nas áreas de genética animal, com a seleção de linhagens de alta velocidade de crescimento, como também o melhoramento tecnológico nas áreas de nutrição, manejo, sanidade e ambiência, os quais contribuíram para o surgimento de um frango de corte precoce, com maior eficiência nutricional e rápido desenvolvimento, contudo, susceptível a problemas metabólicos e de manejo, com destaque para o estresse calórico. O aumento da temperatura ambiente e da umidade relativa, ao ultrapassarem a zona de conforto térmico, dificulta a dissipação do calor, ocasionando o aumento da temperatura corporal do frango prejudicando assim seu desempenho, pois a capacidade termorreguladora das aves é insuficiente para enfrentar altas temperaturas.

Embora o Brasil apresente um mercado promissor, a avicultura brasileira possui como maior adversário as condições climáticas inadequadas, pois trata-se de um país de clima tropical, onde altas temperaturas e alta umidade relativa são desafios constantes ao desempenho zootécnico de frangos de corte.

Para Salgado e Nääs (2010), as perdas produtivas na produção de frangos de corte, em locais com climas onde prevalecem altas temperaturas diárias, são de grande magnitude, uma vez que abrangem perdas diretas e indiretas.

Segundo Vale et al. (2008), as ondas de calor proporcionam perdas na produção de frangos de corte em decorrência da sua exposição ao estresse por calor, aumentando a mortalidade, e, consequentemente, gerando perdas econômicas.

Técnicas de adaptação ao calor foram desenvolvidas, a fim de proporcionar um equilíbrio entre a integridade orgânica da ave e o nível de produtividade, pois a adaptação prévia do organismo animal frente ao fator estressante acarretará na redução da intensidade de resposta, e, com isso diminuição das perdas zootécnicas (BUCHANAN, 2000).

O termocondicionamento precoce é utilizado a fim de se obter uma maior tolerância ao calor. Tal processo consiste em uma única exposição das aves a temperaturas entre 35 e 38°C, durante 24 horas na primeira semana de vida, geralmente, empregado no 5° dia de vida (BASILIO et al., 2001; YAHAV; HURWITZ, 1996). Cria-se uma espécie de “memória fisiológica”, a qual garantirá maior tolerância ao calor.

A manipulação do equilíbrio ácido-base das aves por meio da adição de compostos como bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio ($CaCl_2$) e cloreto de amônia (NH_4Cl), via água e/ou ração, também atuam a fim de minimizar as perdas decorrentes do estresse por calor, visto que o equilíbrio ácido-base é alterado.

A formulação de rações baseada no conceito de balanço eletrolítico da dieta é caracterizada pela busca permanente do equilíbrio ácido-base, visando corrigir suas distorções decorrentes do estresse calórico. Deste modo, contribui na manutenção do equilíbrio ácido-base, pois minimiza a predisposição das aves à alcalose respiratória, em consequência do estresse calórico, evitando-

se os reflexos negativos no ganho de peso Teeter et al. (1985) em decorrência da menor ingestão de alimento e pior conversão alimentar.

Mongin (1981) recomenda sobre a necessidade em se adequar a dieta não apenas ao BE, pela diferença $[Na^+] + [K^+] – [Cl^-]$, mas também, quanto à relação eletrolítica (RE) ($[K^+ + Cl^-]/ Na^+$).

Portanto, uma dieta formulada com valor adequado para o BE e ajustada também, quanto a relação dos eletrólitos fundamentais K^+, Cl^-, Na^+ é imprescindível para se obter uma ração que atenda às necessidades nutricionais dos frangos de corte, garantindo, desta maneira, a manutenção da homeostase ácido-base, evitando-se assim transtornos metabólicos, especialmente, em condições de estresse calórico.

O presente experimento teve como finalidade avaliar as possíveis interações entre o termocondicionamento precoce (ao 5º dia de idade) e o equilíbrio eletrolítico da dieta, com base em modificações no balanço eletrolítico ($BE= Na^+ + K^+ - Cl^-$) e na relação eletrolítica ($RE= [K^+ + Cl^-]/ Na^+]$), sobre o desempenho e características de carcaça dos frangos de corte. Testou-se a hipótese de que o equilíbrio eletrolítico, aplicado em conjunto com o termocondicionamento precoce, minimizam os efeitos indesejáveis do estresse calórico crônico em frangos de corte.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Panorama da avicultura brasileira

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, nas últimas três décadas, a avicultura brasileira tem apresentado altos índices de crescimento. O País se tornou o terceiro produtor mundial e líder de exportação. Atualmente, a carne nacional chega a 142 países (BRASIL, 2015).

De acordo com o relatório anual da UBABEF, 2014, o Brasil permanece na posição de terceiro maior produtor mundial de carne de frango, com a produção de 12.308 milhões de toneladas no ano de 2013, superado apenas pela China com produção de 13.500 milhões de toneladas, e, Estados Unidos, maior produtor, com produção de 16.958 milhões de toneladas. Manteve-se também na liderança mundial na exportação de carne de frango em 2013, com 3.918 milhões de toneladas, enquanto os Estados Unidos exportaram 3.354 milhões de toneladas.

O Brasil buscou modernização e empregou instrumentos como o manejo adequado do aviário, sanidade animal, alimentação balanceada e melhoramento genético, objetivando uma melhora no rendimento ao longo da cadeia produtiva, bem como também atender às exigências dos mercados consumidores, que buscam produtos oriundos de processo onde a prática da sustentabilidade e o bem-estar animal possam ser assegurados.

Portanto, a avicultura moderna buscou o estabelecimento de ambientes confortáveis e promotores do bem-estar das aves, visando à melhoria da eficiência produtiva, principalmente em relação à economia de energia gasta durante o processo de criação das aves, a fim de se ajustar ao mercado cada vez mais competitivo.

2.2 Estresse térmico

2.2.1 Temperatura ambiental e sua influência no desempenho de frangos de corte

O ambiente de produção ao qual o frango de corte está inserido exerce grande influência no seu desenvolvimento e crescimento. Portanto, de acordo com Furlan (2006), a condição ambiental deve ser manejada a fim de evitar o efeito negativo sobre o desempenho produtivo dos frangos.

Os elementos climáticos possuem ação direta e imediata sobre as respostas reprodutivas, comportamentais e produtivas das aves (BAÊTA; SOUZA, 2010).

Segundo Amaral et al. (2011), dentre os fatores que compõe o ambiente, os térmicos, representados pela temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação, são os que mais trazem prejuízos, uma vez que comprometem a homeotermia.

Conforme Furlan (2006) descreveu, a chamada zona de conforto térmico é a faixa de temperatura ambiente na qual a taxa metabólica das aves é mínima e a condição de homeotermia é mantida por meio de um menor gasto energético para mantença, garantindo, desta forma, a expressão de todo o potencial genético da ave, proporcionando um bom desempenho final do lote.

Todavia, para Oliveira et al. (2006), esta zona de conforto térmico é variável conforme a idade do frango de corte. Deste modo, pintainhos de 1 a 7 dias de vida apresentam a zona termoneutra entre 31 a 33°C, tal faixa de temperatura diminuirá para 21 a 23°C quando os frangos atingirem a idade entre 35 a 42 dias, levando-se em consideração a umidade relativa do ar entre 65 a 70%.

O aparelho termorregulador da ave é o responsável por manter a temperatura interna constante, portanto, o responsável por comandar a

redução ou o aumento das perdas de calor pelo organismo. No entanto, em condições de temperaturas elevadas tal mecanismo é prejudicado, resultando em mudanças fisiológicas as quais promoverão prejuízo. Dessa forma, impedindo que a máxima produtividade seja alcançada.

De acordo com Macari et al. (2004), a temperatura é considerada um dos fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola, pois altas temperaturas reduzem o consumo de alimento, prejudicando o desempenho dos frangos. A redução no consumo alimentar pelos frangos alojados em ambientes quentes consiste em um mecanismo de tentar reduzir a produção de calor metabólico.

Embora este comportamento das aves seja ideal, a fim de manter a homeostasia por algum tempo, o resultado de tal resposta orgânica é prejudicial em relação ao aspecto zootécnico, visto que, por meio da restrição alimentar, quantidades menores de nutrientes encontram-se disponíveis ao organismo, e como consequência têm-se uma redução da taxa de crescimento e de produtividade.

Segundo Tinôco (2001), se a ave não conseguir atingir o conforto térmico, e for exposta ao estresse calórico, ocorrerá queda no consumo de ração, no ganho de peso, piora na conversão alimentar, assim como, aumento da taxa de mortalidade.

Oliveira et al. (2006), observaram uma redução de 14% no consumo de ração, em frangos de corte entre o 1º e 21º dia de vida mantidos em alta temperatura.

Já Oliveira Neto et al. (2000), constataram que aves submetidas ao estresse calórico apresentaram uma diminuição de 16% no seu ganho de peso, quando comparado à aves mantidas em condições de termoneutralidade.

Técnicas de adaptação ao calor foram desenvolvidas a fim de proporcionar um equilíbrio entre a integridade orgânica da ave e o nível de produtividade, pois a adaptação prévia do organismo animal frente ao fator

estressante acarretará na redução da intensidade de resposta e com isso diminuição das perdas zootécnicas (BUCHANAN, 2000).

2.2.2 Respostas fisiológicas e comportamentais dos frangos de corte na situação do estresse calórico

Conforme Amaral et al. (2011) relataram, a influência que o ambiente térmico exerce sobre as aves varia em função da espécie, idade, umidade relativa, sexo, peso corpóreo, atividade física e consumo alimentar.

Para Macari et al. (2004), as aves possuem um centro termorregulador localizado no hipotálamo, capaz de controlar a temperatura corporal através de mecanismos fisiológicos e de respostas comportamentais. Todos esses mecanismos acontecem a fim de manter a temperatura das aves dentro da zona de conforto térmico.

Os ajustes de comportamento realizados pelas aves quando expostas a altas temperaturas, se comparados com as respostas fisiológicas, ocorrem de forma mais rápida e com menor gasto de energia. Pode-se citar como respostas comportamentais a redução da atividade física, a abertura das asas, pois, quando mantidas sentadas e com as asas abertas as aves aumentam a dissipação de calor por meio da maximização da área de superfície corporal (FURLAN, 2006).

Para que as aves dissipem o calor produzido pelos tecidos para a superfície do corpo, mecanismos de perda de calor sensível e latente são ativados. A perda de calor sensível ocorre através da radiação, convecção e condução. Já a perda de calor latente acontece por meio do resfriamento evaporativo.

A fim de que tais mecanismos de perda de calor aconteçam, a diferença de temperatura entre a pele do frango e a do ambiente é a variável que mais interfere nestes processos. Já segundo Belay e Teeter (1993), a umidade

relativa e a temperatura ambiental influenciam diretamente a perda de calor sensível e latente do corpo.

A vasodilatação periférica é uma resposta fisiológica compensatória realizada pelas aves quando expostas ao calor. Logo, tal mecanismo fisiológico acontece por meio do aumento do fluxo sanguíneo para as regiões desprovidas de penas, como cristas, barbelas e outras extremidades, a fim de aumentar a perda de calor sensível, o qual também pode ocorrer com o aumento da produção de urina, se esta perda de água for compensada pelo maior consumo de água fria (BORGES et al., 2003; MARTINEZ, 2008).

Quanto maior for o gradiente de temperatura entre a superfície corporal e o ambiente, melhor será a troca sensível de calor. Contudo, quando esta diferença se aproximar de zero, a perda de calor sensível é prejudicada, levando, então, ao acúmulo de energia no organismo com o aumento da temperatura interna, desta forma, a ave entra no chamado estresse pelo calor. A partir deste momento, o processo evaporativo de perda de calor é ativado, uma vez que não depende da diferença de temperatura entre a pele e o ambiente, mas da diferença de pressão de vapor. Tal processo é conhecido como perda de calor latente.

O calor latente é sem dúvida o principal e mais eficiente método de dissipação de calor em aves submetidas a altas temperaturas Oliveira Neto et al. (2000), tal mecanismo ocorre através do aumento da frequência respiratória. Para cada grama de água que é evaporado elimina-se 550 calorias (FURLAN; MACARI, 2002).

De acordo com Oliveira et al. (2006), a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Logo, quanto maior a umidade relativa, maior a dificuldade da ave em remover calor interno pelas vias aéreas, elevando deste modo a frequência respiratória.

No entanto, o aumento na frequência respiratória leva ao aumento da energia devido à contração da musculatura, gerando dessa forma mais calor, e

podendo produzir quadros de hipertermia severa nos frangos de corte. Como também, em virtude da elevada frequência respiratória, pode ocorrer alteração do equilíbrio ácido-base, denominado de alcalose respiratória, em decorrência do aumento do pH do sangue, provocando piora no desempenho zootécnico (BORGES et al., 2003; FURLAN; MACARI, 2002).

Segundo Marchini et al. (2007) e Nazareno et al. (2009), em virtude do aumento da frequência respiratória, ocorrem excessivas perdas de dióxido de carbono, levando, então, à diminuição da pressão parcial de dióxido de carbono, e, como consequência uma redução nas concentrações de ácido carbônico e dos íons de hidrogênio. Como resposta fisiológica compensatória, os rins aumentam a excreção do íon HCO_3^- e diminuem a perda do íon H^+, com a finalidade de manter o equilíbrio ácido-base, evitando, desta forma, a ocorrência da alcalose respiratória.

O estresse calórico em frangos de corte também pode levar além da alcalose respiratória, à ocorrência de doenças metabólicas, como a síndrome da morte súbita e a síndrome ascítica, que comprometem a função cardiovascular (CASSUCE, 2011).

2.2.3 O processo de adaptação ao calor

A interação entre a ave e o ambiente é uma questão de grande relevância, visto que os ajustes fisiológicos necessários para a sobrevivência das aves não devem prejudicar o custo energético, garantindo, desta forma, melhor desempenho produtivo na criação de frangos de corte.

Como discutido por Furlan e Macari (2002), as perdas econômicas provocadas pelo calor são importantes, visto que ocorrem frequentemente quando os frangos estão próximos de serem abatidos.

Portanto, buscando-se minimizar os efeitos negativos do calor no empreendimento avícola, técnicas foram desenvolvidas a fim de que as aves tivessem uma maior tolerância às temperaturas elevadas.

Aclimatação e termocondicionamento precoce são duas técnicas utilizadas a fim de se obter uma maior tolerância ao calor, porém, tais técnicas são divergentes. A aclimatação, de acordo com Yahav e McMurtry (2001), leva a uma significativa redução no ganho de peso das aves, em função da maior necessidade energética imposta pelos mecanismos de perda de calor e do baixo consumo de ração durante todo o ciclo de vida do frango de corte. Este processo ocorre de forma contínua ou intermitente e em temperatura superior ao limite de termoneutralidade da ave.

Por outro lado, a técnica do termocondicionamento precoce surgiu como uma opção frente ao prejuízo no ganho de peso provocado pela aclimatação. Tal processo consiste em uma única exposição das aves a temperaturas entre 35 e 38°C, durante 24 horas na primeira semana de vida, geralmente, empregado no 5° dia de vida (BASILIO et al., 2001; YAHAV; HURWITZ, 1996). Cria-se uma espécie de “memória fisiológica”, a qual garantirá maior tolerância ao calor. A ave terá até o momento de ser abatida, tempo suficiente para compensar o menor ganho de peso devido a precoce exposição ao calor (GERAERT et al., 1996b).

Portanto, o termocondicionamento limita-se à adaptação do organismo em períodos específicos do ciclo de vida. Trata-se de uma adaptação epigenética, pois envolve mudanças orgânicas a fim de preparar o organismo a um ambiente futuro. Já a aclimatação acontece durante todo o período de vida do animal, capacitando-o diante das condições momentâneas do meio que o envolve. É caracterizado como adaptação fenotípica. Ambas as adaptações são caracterizadas por alterações na taxa de expressão genética (NICHELMANN; TZSCHENTKE, 2002).

De acordo com Emmans e Kyriazakis (2000), o termocondicionamento é o único processo que possibilita aumento de duas características que possuem relação inversa: ganho de peso e tolerância térmica.

El-Moniary et al. (2010), em seus estudos, comparando aves submetidas ao termocondicionamento precoce, com aves que não sofreram este procedimento, puderam concluir que o peso corpóreo e o ganho de peso destas aves foram superiores às aves que não passaram por tal processo.

Segundo Tanizawa et al. (2014), ao investigarem os eventos do termocondicionamento precoce sobre as respostas fisiológicas e comportamentais das aves frente a exposição ao estresse calórico agudo, concluíram que tal técnica é capaz de proporcionar uma alteração no sistema termorregulador da ave, a qual proporcionará maior tolerância quando expostas à condições de estresse calórico.

Marandure et al. (2011), também comprovou redução na taxa de mortalidade das aves expostas a diferentes durações do termocondicionamento precoce.

A aplicação do termocondicionamento precoce promove uma melhora na produtividade de aves quando expostas a condições de estresse calórico (HASSAN; REDDY, 2012; YAVAH; McMURTRY, 2001).

2.3 Equilíbrio eletrolítico

2.3.1 Eletrólitos

Eletrólito é toda substância química que se dissocia nos seus íons constituintes, e que exerce importante função fisiológica na manutenção do equilíbrio ácido-base corporal.

A concentração de eletrólitos no sangue pode ser alterada sob condições de estresse, em virtude das alterações no consumo de ração e água (FURLAN et al., 2002).

Conforme Borges et al. (2003) observaram, alterações fisiológicas e metabólicas acontecem quando frangos de corte são submetidos a altas temperaturas ambientais, ocasionando perdas no desempenho destas aves, pois os mecanismos compensatórios não são suficientes para garantir a homeostasia, com isso instala-se um desequilíbrio eletrolítico o qual provocará redução no consumo de alimento, e, portanto, menor taxa de crescimento, bem como aumento na mortalidade das aves (TEETER et al., 1985).

O manejo nutricional tem sido empregado juntamente com técnicas de manejo ambiental como medida preventiva para os efeitos danosos decorrentes do estresse calórico.

Portanto, a nutrição adequada deve ser avaliada como uma importante ferramenta, a fim de melhorar o desempenho dos frangos criados sob altas temperaturas, uma vez que os eletrólitos da ração, consumida pelos animais, exercem influência no equilíbrio ácido-base, afetando, portanto, processos metabólicos relacionados ao crescimento, à resistência a doenças, à sobrevivência ao estresse e aos parâmetros de desempenho (ARAÚJO et al., 2010).

Os íons Na^+, K^+ e Cl^- desempenham importante papel na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais (BORGES et al., 2004b). Logo, segundo Mongin (1981), os efeitos do balanço iônico da dieta sobre o desempenho de frangos de corte podem estar relacionados com as variações no balanço ácido-base.

As aves necessitam de quantidades mínimas de Na^+, K^+ e Cl^- na alimentação para que suas necessidades nutricionais sejam satisfeitas (BORGES et al., 2003). Todavia, para Mongin (1981), é imprescindível que a

proporção entre estes íons seja ideal para manter o equilíbrio ácido-base e obter o máximo desempenho da ave.

O K^+ é o mais importante e abundante cátion do fluído intracelular, ao passo que o Na^+ e o Cl^- são os principais íons do fluído extracelular. Segundo Borges et al. (2003), a osmorregulação só é alcançada pela homeostasia dos íons intra e extracelular.

Sob condições normais, o conteúdo de água e eletrólitos do corpo são mantidos dentro de limites estreitos. Porém, sob condições de estresse as alterações na evaporação de água pelos pulmões e o consumo de ração e água podem alterar a concentração de eletrólitos no sangue (FURLAN et al., 2002).

O K^+ atua em vários processos metabólicos, tais como, minimiza o antagonismo arginina-lisina, é o elemento essencial na síntese de proteínas teciduais, está envolvido também na manutenção da homeostasia intracelular e do potencial de membrana das células, reações enzimáticas, balanço osmótico e equilíbrio ácido-base. Portanto, as funções celulares podem ser afetadas caso ocorra alterações na homeostase de K^+. Por outro lado, o Na^+ e o Cl^- exercem um papel importante no espaço extracelular, assim como no equilíbrio ácido-base (FURLAN et al., 2002).

O Na^+ além do seu papel já citado anteriormente, atua na regulação da pressão osmótica de cristalóides, é importante para a manutenção do potencial de membrana, transmissão de impulsos nervosos, e, também está envolvido nos processos de absorção de monossacarídeos, aminoácidos, pirimidinas e sais biliares (BORGES et al., 2007).

Já o Cl^- é necessário para a regulação da pressão osmótica, balanço de água e equilíbrio ácido-base como já citado, além de ser necessário para a formação de HCl responsável pela ativação de várias enzimas gástricas e início da digestão (FURLAN et al., 2002).

Quando as aves encontram-se em estresse calórico, ocorre uma alteração nos níveis dos chamados íons fundamentais (Na^+, K^+ e Cl^-), logo, observa-se uma diminuição dos níveis plasmáticos de K^+, em decorrência do aumento de sua excreção. Como a taxa de excreção do K^+ pela urina é variável, e está ligada à concentração plasmática de Na^+ e ao estado de hidratação das aves, o aumento no consumo de água, durante o estresse calórico, pode ser a causa da perda de K^+, uma vez que o gradiente osmótico favorece o movimento de água do fluído intracelular para a urina, podendo carrear, desta forma, o íon K^+ (BELAY; TEETER, 1993). Tal fenômeno, segundo Borges et al. (2004a), é denominado como hemodiluição. Outro processo envolvido também na diminuição do K^+ é a sua liberação pelos tecidos para a corrente sanguínea, em virtude da alteração na permeabilidade das membranas, podendo provocar sinais neurológicos nas aves (BROSSI et al., 2009).

Os níveis de Cl^- aumentam em virtude do seu fluxo através das membranas dos eritrócitos em direção ao plasma, quando as aves se encontram em estresse calórico. O aumento plasmático do Cl^- favorece a maior retenção de H^+ e diminui a reabsorção de HCO_3^- pelos rins, possibilitando, dessa forma, a manutenção do pH sanguíneo (BENTON et al., 1998). Por sua vez, a maior ingestão de água pelas aves durante o estresse calórico provoca uma diminuição na concentração de Na^+ plasmático (FURLAN et al., 2002).

2.3.2 Balanço eletrolítico

A formulação de rações baseada no conceito de balanço eletrolítico da dieta é caracterizada pela busca permanente do equilíbrio ácido-base, visando corrigir suas distorções decorrentes do estresse calórico. Deste modo, o balanço eletrolítico contribui na manutenção do equilíbrio ácido-base, pois minimiza a predisposição das aves à alcalose respiratória, em consequência do estresse calórico, evitando-se os reflexos negativos no ganho de peso Teeter

et al. (1985) em decorrência da menor ingestão de alimento e pior conversão alimentar.

Definido pela diferença entre os principais cátions e ânions, o balanço eletrolítico pode ser calculado em miliequivalente (mEq) por kg de ração, através da quantificação dos principais íons envolvidos nos processos metabólicos: Na^+, K^+ e Cl^- (NAVARINI, 2009).

Para Borges (2001) e Patience (1990), o balanço eletrolítico pode atuar no organismo animal influenciando o seu crescimento, apetite, desenvolvimento ósseo, resposta frente ao estresse térmico, assim como, influenciar no metabolismo de aminoácidos, vitaminas e minerais.

Conforme Borges et al. (2004b), a dieta e o meio ambiente influenciam o equilíbrio ácido-base. Quando mantidas em condições de termoneutralidade, as aves apresentam um equilíbrio de eletrólitos adequado, permitindo, desta maneira, o máximo crescimento do animal. Por sua vez, o equilíbrio eletrolítico da dieta pode sofrer variação com a temperatura ambiente, logo, seu ajuste é importante a fim de garantir um melhor desempenho dos frangos criados sob altas temperaturas.

De acordo com Fisher da Silva et al. (1994) citado por Gamba (2011), a perda de eletrólitos através das membranas celulares pode estar relacionado com o estresse calórico. Portanto, a prevenção do desequilíbrio eletrolítico pode ser obtida através da incorporação de cátions e ânions na dieta, usualmente expressos em mEq/Kg (MONGIN,1981). Todavia, a disponibilidade dos eletrólitos depende da regulação homeostática intestinal e renal, bem como, pela maior absorção de íons monovalentes (TEETER, 1997) citado por (ARANTES, 2008).

Os íons Na^+, K^+ e Cl^- desempenham importante papel na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais (BORGES et al., 2004b). Portanto, de acordo com Mongin (1981), os efeitos do balanço

iônico da dieta sobre o desempenho de frangos de corte podem estar relacionados com as variações no balanço ácido-base.

Diversos autores descreveram equações a fim de explicar a relação entre cátions e ânions e o equilíbrio eletrolítico, contudo, somente Mongin e Sauver (1977) citado por Navarini (2009), sugeriram uma equação simplificada a fim de identificar a relação dos eletrólitos para uso nas formulações de rações. Subtraindo-se a quantidade de Cl^- da quantidade total de cátions (Na^+ + K^+) da dieta, obtêm-se o valor do balanço eletrolítico da dieta em mEq/kg.

A equação que calcula o balanço eletrolítico foi reduzida à participação apenas dos íons fundamentais Na^+, K^+ e Cl^- por seu papel na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio ácido-base dos líquidos corporais e devido sua absorção ser superior aos demais íons (MONGIN, 1981). O fato dos demais íons possuírem importância secundária no equilíbrio ácido-base, em decorrência do seu baixo potencial eletrolítico, justifica a participação somente dos íons fundamentais nesta equação.

De acordo com Mongin (1981), a ave mantém o balanço eletrolítico através do controle entre a ingestão e excreção de ácidos. Existem diferenças tanto na ingestão, quanto na excreção de ânions e cátions da dieta. No entanto, os ácidos endógenos ($H^+_{endógeno}$), frutos do metabolismo animal, também contribuem para o balanço ácido-base. Neste sentido, quando o animal se encontra em balanço ácido-base constante, a seguinte equação é válida:

$$(\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{ingeridos}} + H^+_{endógeno} = (\text{Ânions} - \text{Cátions})_{\text{excretados}}$$

Para Mongin (1981), o resultado do poder ácido da ingestão de Na^++ K^+ - Cl^-, é igual à diferença de cátions e ânions excretados ((cátions – ânions) $_{excretados}$), mais a produção de ácido endógeno ($H^+_{endógeno}$), mais as bases em excesso (BEecf) ou reservas alcalinas. A ingestão ótima de eletrólitos, em termos de equilíbrio ácido-base, pode minimizar a presença de BEecf, tendendo a zero. Portanto, as dietas devem possuir carga neutra. Deste modo,

as cargas negativas devem ser balanceadas com as cargas positivas, uma vez que a soma total dos eletrólitos presentes na ração exercem influência direta na regulação do equilíbrio eletrolítico do animal. O requerimento ótimo de balanço de eletrólitos foi definido como sendo em mEq ($Na^+ + K^+ - Cl^-$)/Kg de ração em torno de 250 mEq/Kg.

Para tanto a seguinte equação pode ser escrita:

$$(Na^+ + K^+ - Cl^-)_{ingeridos} = (ânions - cátions)_{excretados} + H^+_{endógeno} + BEecf$$

A fim de se calcular o valor do balanço eletrolítico da dieta a partir dos valores percentuais dos eletrólitos é empregado a seguinte fórmula:

BE = mEq Na^+ + mEq K^+ - mEq Cl^-, sendo que o miliequivalente (mEq) é calculado por:

$$\frac{\%\ do\ eletrólito\ na\ dieta\ X\ 10000}{peso\ atômico\ do\ eletrólito}$$

Inúmeros procedimentos têm sido pesquisados a fim de se obter uma técnica eficaz que melhor corrige o consumo de eletrólitos pelas aves.

A suplementação de sais nas rações ou água permite aumentar o valor do balanço eletrolítico quando se inclui compostos alcalinos como bicarbonato de potássio (KCO_3), bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) ou carbonato de potássio (K_2CO_3). Ao passo que o seu valor pode ser diminuído ao se incluir compostos ácidos como cloreto de potássio (KCl), cloreto de amônia (NH_4Cl) ou cloreto de cálcio ($CaCl_2$), de acordo com as necessidades da ave, a fim de corrigir mudanças no equilíbrio ácido-base (BORGES et al., 2002).

A prática de adição de sais nas dietas a fim de corrigir o balanço eletrolítico é uma técnica recomendada, pois permite que o desempenho das aves não seja prejudicado, uma vez que minimiza os efeitos do desequilíbrio de eletrólitos causado pelo estresse calórico (BORGES, 1997; BORGES, 2001; TEETER; SMITH, 1986).

2.3.3 Relação eletrolítica

As aves necessitam de quantidades mínimas de Na^+, K^+ e Cl^- na alimentação para que suas necessidades nutricionais sejam satisfeitas (BORGES et al., 2003). Todavia, segundo Mongin (1981), é imprescindível que a proporção entre estes íons seja ideal para manter o equilíbrio ácido-base e obter o máximo desempenho da ave.

Mongin (1981) recomenda sobre a necessidade em se adequar a dieta não apenas ao BE, pela diferença $[Na^+] + [K^+] – [Cl^-]$, mas também, quanto à relação eletrolítica (RE) $([K^+ + Cl^-]/Na^+)$.

Embora o conceito sobre a relação eletrolítica tenha sido proposto por Mongin desde 1981, os relatos na literatura tratando da RE $([K^+ + Cl^-]/Na^+)$ são raros Ahmad e Sarwar (2006), talvez pela dificuldade encontrada em aplicar tal conceito na planilha de cálculo para formulação de rações. Contudo, com o uso da ferramenta Solver da planilha Excel da Microsoft® é possível introduzir na formulação da ração as equações matemáticas necessárias para aplicar tanto o conceito do BE, quanto a RE de uma dieta segundo Garcia Neto (2011), respeitando as recomendações mínimas nutricionais das Tabelas Brasileiras de 2011 (ROSTAGNO et al., 2011).

Portanto, uma dieta formulada com valor adequado para o BE e ajustada também quanto a relação dos eletrólitos fundamentais, K^+, Cl^-, Na^+, é imprescindível para se obter uma ração que atenda às necessidades nutricionais dos frangos de corte. Desta forma, garante-se a manutenção da homeostase ácido-base, evitando-se assim transtornos metabólicos especialmente em condições de estresse calórico.

3 HIPÓTESE

A seguinte hipótese foi testada:

O equilíbrio eletrolítico, aplicado em conjunto com o termocondicionamento precoce, minimizam os efeitos indesejáveis do estresse calórico em frangos de corte.

4 OBJETIVO

O presente experimento teve como finalidade avaliar as possíveis interações entre o termocondicionamento precoce (ao 5º dia de idade) e o equilíbrio eletrolítico da dieta, com base em modificações no balanço eletrolítico (BE= $Na^+ + K^+ - Cl^-$) e na relação eletrolítica (RE= $[K^+ + Cl^-)/Na^+]$), sobre o desempenho e características de carcaça dos frangos de corte.

5 MATERIAL E MÉTODO

5.1 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram constituídos por dietas, cujo balanço eletrolítico (BE= $Na^+ + K^+ - Cl^-$) foi ajustado em 350mEq/kg e a relação eletrolítica (RE= [$K^+ + Cl^-$)/Na^+]) em 3:1, combinados com a técnica do termocondicionamento precoce, realizado no 5º dia de idade dos pintainhos, durante 24 horas à 36,5°C, em, somente, a metade do lote. Posteriormente, do 35º ao 39º dia de idade, todas as aves foram expostas ao estresse térmico crônico, durante 6 horas por dia, à 32°C.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 2x2 (com e sem TCP e com e sem EE), resultando 4 tratamentos, com seis repetições e 10 aves por parcela experimental, totalizando 240 aves.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa estatístico “ESTAT 2.0” a 5% de probabilidade, desenvolvido pelo Departamento de Matemática e Estatística da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAVJ/UNESP – Jaboticabal e as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A variável mortalidade foi normalizada para posterior análise estatística, com dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

5.2 Condução do experimento

O experimento foi realizado no setor de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/UNESP, seguindo os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA), com aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), de acordo com o processo N° 00887-2012 (Apêndice A).

Foram utilizados 240 pintos machos de um dia de idade, da linhagem Cobb-500®, no período de 1 a 42 dias de idade.

Os pintainhos com um dia de idade foram pesados em grupos de 10 e distribuídos ao acaso em baterias metálicas com 24 divisões, durante o 1º ao 5º dia de idade. Cada divisão das baterias apresentava 0,95 m de largura por 0,52 m de comprimento, piso de arame, comedouros do tipo calha e bebedouros automáticos tipo copo-pressão, (Apêndice B – Figuras 1B e 2B). Cada divisão da bateria metálica constituiu-se nas unidades experimentais, de acordo com o croqui apresentado nas Figuras 1a e 1b. Nesta fase do experimento, a densidade dos pintainhos foi de 20,24 pintainhos/m^2. Utilizaram-se, inicialmente, lâmpadas de 60W, como fonte de aquecimento dentro das baterias, a fim de que a temperatura permanecesse em 32°C.

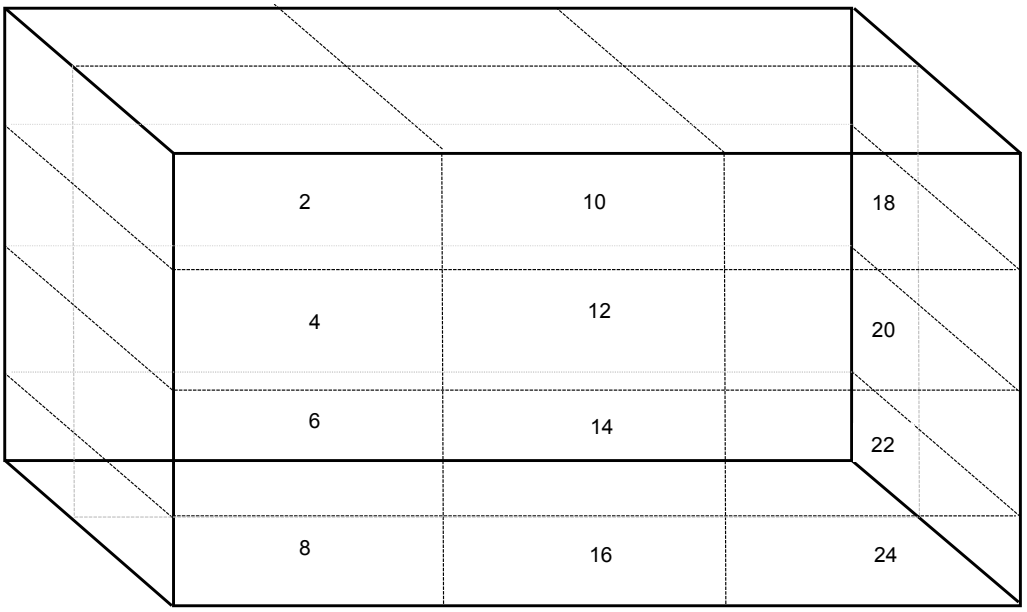

Figura 1a – Croqui da Face “A" das baterias metálicas.

Figura 1b- Face B das gaiolas metálicas.

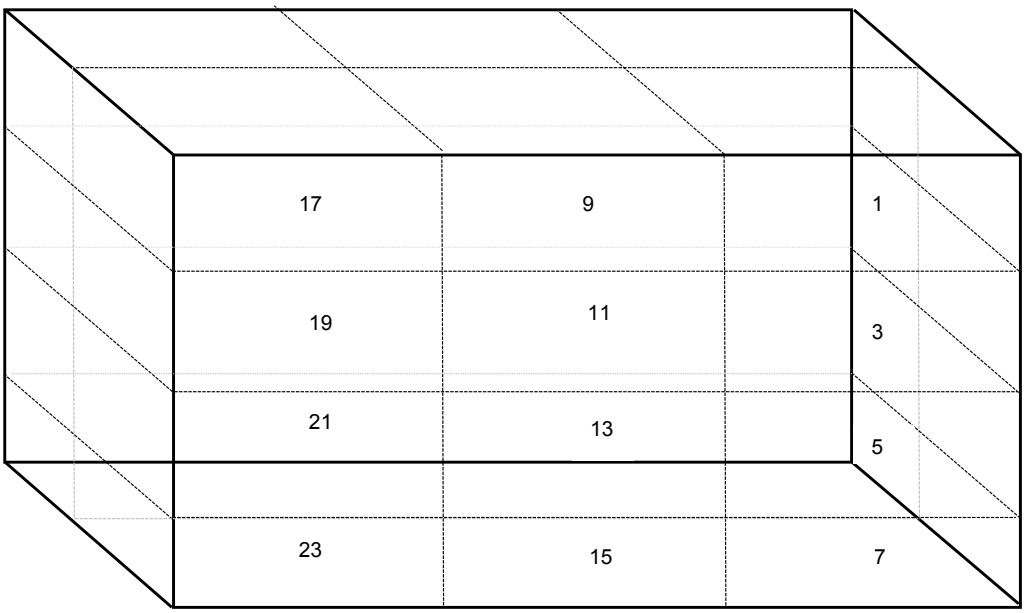

Figura 1b – Croqui da Face “B” das baterias metálicas.

Posteriormente, as aves foram transferidas para os boxes localizados em galpão de alvenaria apresentando 7,85 m de largura por 45,70 m de comprimento, coberto com telhas especiais, formadas de material isolante (poliestireno expandido) disposto entre chapas metálicas refletidas, climatizado, com sistema de resfriamento evaporativo adiabático e ventilação de pressão negativa. Em seu interior, as aves foram distribuídas em 24 boxes (Apêndice B – Figura 3B), onde permaneceram do 6º ao 42º dia de idade. Cada um dos boxes possuía 1,4 m de largura por 3,0 m de comprimento, piso composto por cama de maravalha, comedouros tubulares e bebedouros automáticos pendulares, todos com altura regulável, acompanhando o crescimento das aves. Cada box constituiu-se nas parcelas experimentais, conforme o croqui apresentado na Figura 2. Nesta fase do experimento, a densidade das aves foi de 2,38 aves/m^2. Por sua vez, resistências cônicas de porcelana, com ajuste automatizado, foram utilizadas como fonte de aquecimento em cada box, durante os quinze primeiros dias de criação.

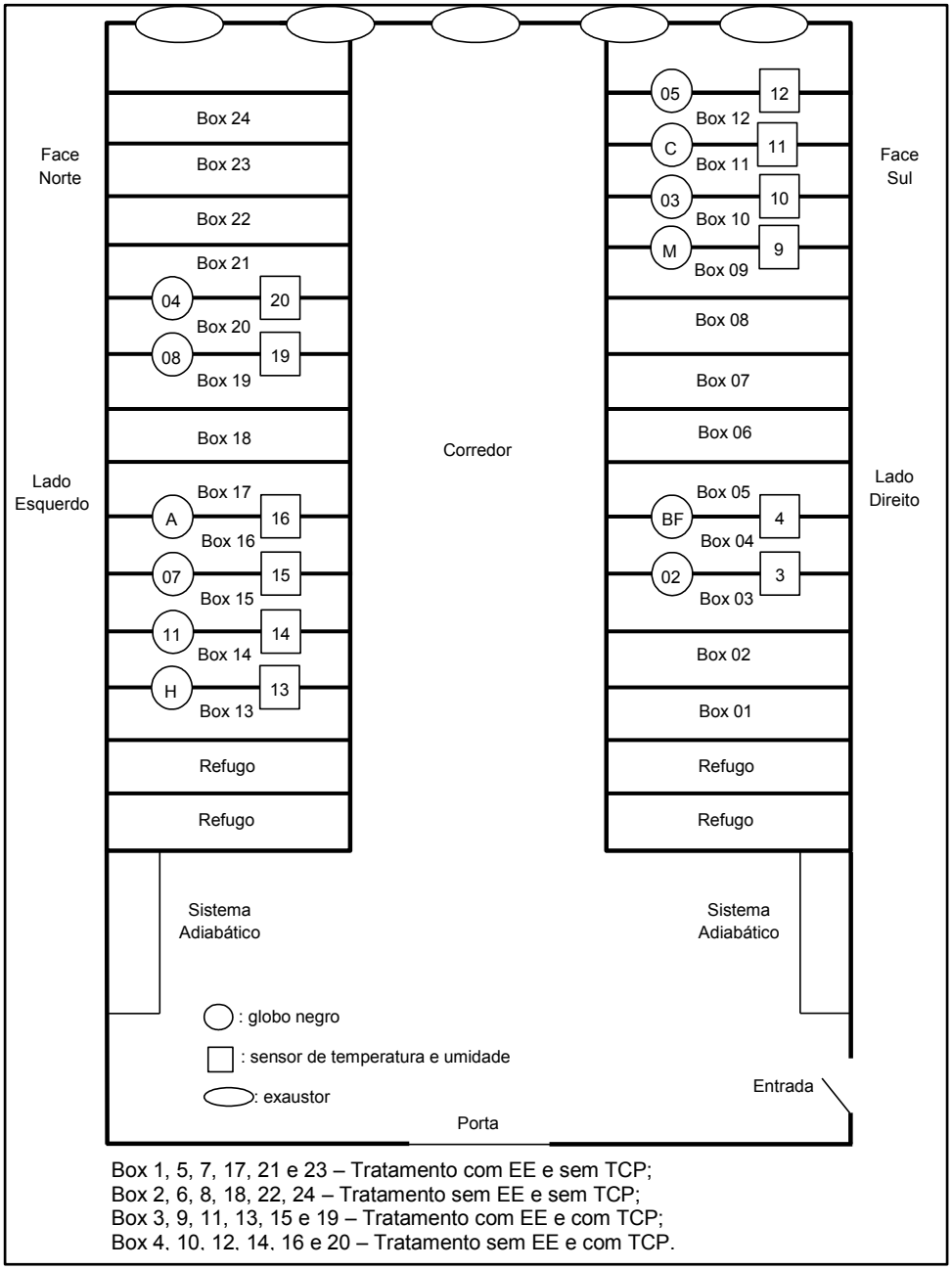

Figura 2 – Croqui da distribuição dos tratamentos, localização dos termômetros de globo negro e dos sensores de temperatura e umidade no galpão experimental.

As rações experimentais, conforme descrito na Tabela 1, foram formuladas à base de milho, farelo de soja, óleo, suplemento vitamínico, suplemento mineral, calcário e fosfato bicálcico, seguindo-se as recomendações de (ROSTAGNO et al., 2011). Os sais (NaCl, $NaHCO_3$, KCL, $KHCO_3$ e $CaCl_2$) foram fixados de acordo com as necessidades mínimas em

Na^+, K^+ e Cl^- e o ajuste eletrolítico necessário para cada ração experimental foi calculado através do programa PPFR não linear para frangos de corte.

Tabela 1 – Composição percentual das rações fornecidas para os frangos de corte nas fases inicial, crescimento e terminação, calculada pela planilha eletrônica PPFR*, segundo as Tabelas Brasileiras (2011)

Ingrediente		Com equilíbrio eletrolítico			Sem equilíbrio eletrolítico		
		Inicial	Crescimento	Terminação	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho (7,88%)	%	49,159	54,480	57,835	51,022	56,771	60,382
Soja Farelo (45%)	%	40,452	35,131	31,997	40,140	34,747	31,571
Óleo de Soja	%	5,268	5,754	5,822	4,630	4,969	4,950
Fosfato Bicálcico	%	1,677	1,289	1,083	1,675	1,286	1,080
Calcário Calcítico	%	1,036	0,864	0,772	1,038	0,866	0,775
Polimax F – pré Inicial (Fatec)	%	0,657	0,597	0,469	0,657	0,597	0,469
Sulfato de Potássio (K_2SO_4)	%	0,618	0,795	0,896	-	-	-
Bicarbonato de Sódio ($NaHCO_3$)	%	0,614	0,635	0,656	-	-	-
Sal comum	%	0,201	0,173	0,149	0,516	0,476	0,448
L-Lisina	%	0,151	0,150	0,162	0,157	0,157	0,170
DL-Metionona	%	0,124	0,104	0,132	0,122	0,101	0,129
L-Treonina	%	0,043	0,028	0,026	0,043	0,028	0,026

* Programa Prático de Formulação de Rações (https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/).

Metade do lote permaneceu nas baterias para receber o termocondicionamento, enquanto o restante dos pintainhos foram transferidos para o galpão e distribuídos nos respectivos boxes. O termocondicionamento precoce foi realizado no 5º dia de vida, durante 24 horas a 36,5°C (Apêndice B – Figura 4B). Durante este procedimento os pintainhos receberam alimentação e água *ad libitum*, porém, no reservatório de água foi adicionado gelo, a cada 2 horas para manter a temperatura da água adequada para consumo.

Na fase de terminação, todas as aves foram submetidas a um estresse calórico crônico, conforme Gonzales-Esquerra; Leeson, (2006), a fim de simular as condições as quais frequentemente estão expostas as aves criadas em países de clima tropical, como o Brasil, onde prevalecem altas temperaturas e alta umidade relativa do ar (Apêndice B – Figura 5B). Este estresse foi aplicado, diariamente, nas aves, do 35º ao 39º dia de idade, à temperatura média de 32°C, durante 6 horas, iniciando-se às 10 horas e

terminando às 16 horas. As temperaturas durante o estresse térmico foram obtidas pelo controle automatizado do sistema de ventilação e de aquecimento do galpão, com ajuste para no mínimo 32,5°C e máximo de 33°C.

As aves durante o período do desafio térmico continuaram com alimentação e água fornecidas *ad libitum*.

5.3 Avaliações

5.3.1 Desempenho das aves e rendimento de carcaça

As aves foram avaliadas através do seu ganho de peso corporal, consumo de ração, índice de conversão alimentar, taxa de sobrevivência após TCP e após estresse calórico crônico, e taxa de mortalidade.

O peso das aves e a quantidade de ração foram mensurados no 1º, 7º, 35º e 42º dia de criação, para posterior cálculo do ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar.

O ganho de peso, o consumo de ração e a conversão alimentar foram calculados nos períodos de 1-7 dias, 8-35 dias e 36-42 dias. Estas mesmas variáveis também foram determinadas nos períodos de 1-35 e 1-42 dias, como também a taxa de mortalidade, avaliada nos períodos de 1-7, 1-35 e 1-42 dias, trabalhando-se, desta forma, com os dados acumulados. Todas as aves mortas foram pesadas, identificadas por tratamento e por idade, e, posteriormente descartadas em composteira do próprio setor de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/UNESP.

O ganho de peso (GP) foi obtido, considerando o período em questão, através da seguinte equação:

$$\text{GP} = (peso\ médio\ final - peso\ médio\ inicial).$$

Por sua vez, o consumo de ração (CR) também foi calculado considerando o período em questão, e ponderando-se as aves mortas por meio de:

$$\text{CR} = \frac{quantidade\ de\ ração\ consumida}{nº\ médio\ de\ aves}$$

Já, a conversão alimentar (CA) foi determinada por:

$$\text{CA} = \frac{CR}{GP}$$

Por fim, o cálculo da taxa de mortalidade foi obtido como segue:

$$\text{Taxa de mortalidade} = \frac{nº\ de\ aves\ vivas\ por\ período}{nº\ de\ aves\ vivas\ inicial}\ x\ 100$$

A taxa de sobrevivência das aves após o TCP foi calculada através de:

$$\text{Taxa de sobrevivência após TCP} = \frac{nº\ aves\ vivas\ 6º\ dia}{nº\ aves\ vivas\ 4º\ dia}\ x\ 100$$

Do mesmo modo, foi calculada a taxa de sobrevivência das aves após estresse calórico crônico:

$$\text{Taxa de sobrevivência após estresse} = \frac{nº\ aves\ vivas\ 40º\ dia}{nº\ aves\ vivas\ 34º\ dia}\ x\ 100$$

Utilizando-se três aves de cada unidade experimental, em um total de 72 aves, foram determinados os pesos da carcaça, da gordura cavitária, do coração e fígado, e calculando-se o rendimento de carcaça, relação percentual entre peso do coração e da carcaça e relação percentual entre o peso do fígado e da carcaça, como segue:

$$\text{Rendimento de carcaça} = \frac{peso\ da\ carcaça}{peso\ final\ da\ ave}\ x\ 100$$

$$\text{Relação percentual coração/carcaça} = \frac{peso\ do\ coração}{peso\ da\ carcaça}\ x\ 100$$

$$\text{Relação percentual fígado/carcaça} = \frac{peso\ do\ fígado}{peso\ da\ carcaça}\ x\ 100$$

5.4 Caracterização microclimática dos ambientes de crescimento e de temperatura corporal das aves

Foram determinadas as condições microclimáticas médias próximas às aves, nas parcelas experimentais, por meio dos registros de temperatura do ar, umidade relativa e temperatura de globo negro.

Para tanto, foram utilizados termômetros de globo negro, construídos com sensores/registradores DS1922L-F5 (Dallas/Maxim), com faixa de operação entre -40 e 85°C, acurácia de 0,5°C e capacidade de armazenamento de 8192 leituras (Apêndice B – Figura 6B), enquanto as medidas da temperatura e umidade relativa do ar foram realizadas com sensores/registradores Hygrochron DS1923-F5, com faixa de operação entre -20 e 85°C, para temperatura; e de 0 a 100%, para umidade relativa (UR), com acurácia, para leituras de temperatura, de 0,5°C, e de UR, de 0,6%, com capacidade de armazenamento idêntica ao sensor anteriormente descrito. Foram monitoradas 12 parcelas dentre os tratamentos testados, conforme ilustrado pelo croqui apresentado anteriormente na Figura 2.

Mensurou-se a temperatura superficial das aves, aferidas na face medial da asa de três aves por parcela experimental, durante o primeiro, terceiro e último dia do estresse calórico crônico. Utilizou-se o termômetro de infravermelho MINITEMP RAYTEK MT2, com faixa de leitura de -18°C a 260°C, precisão de 0,5°C, acurácia de ± 2%, pré-ajuste para emissividade de 0,95 e resposta espectral para a faixa de 7 a 18 μm (Apêndice B – Figura 7B).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Variáveis microclimáticas dos ambientes de crescimento e de temperatura corporal das aves

A variação da temperatura de globo negro para os frangos de corte machos durante sua permanência nas baterias metálicas (1º ao 6º dia) está ilustrada na Figura 3, enquanto a variação da temperatura de globo negro para os frangos de corte machos durante sua permanência no galpão (7º ao 42º dia), incluso o período do estresse calórico crônico (35º ao 39º dia), está representada na Figura 4.

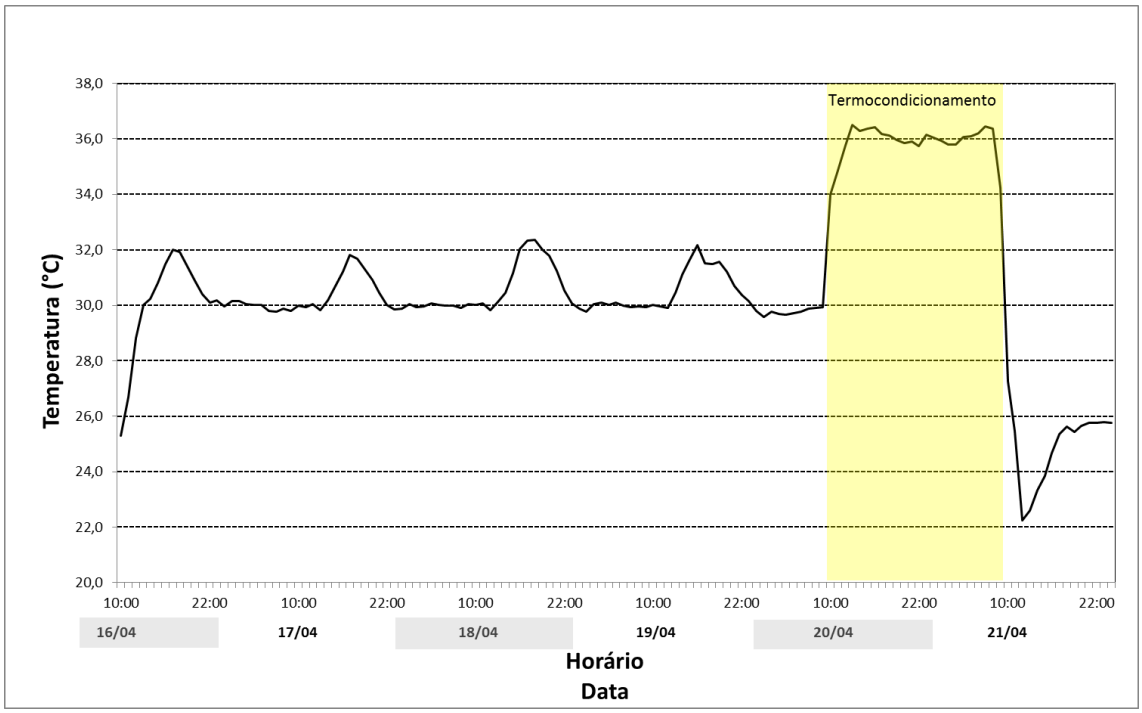

Figura 3 – Variação da temperatura de globo negro durante a permanência dos pintainhos em baterias metálicas (1º ao 6º dia de criação).

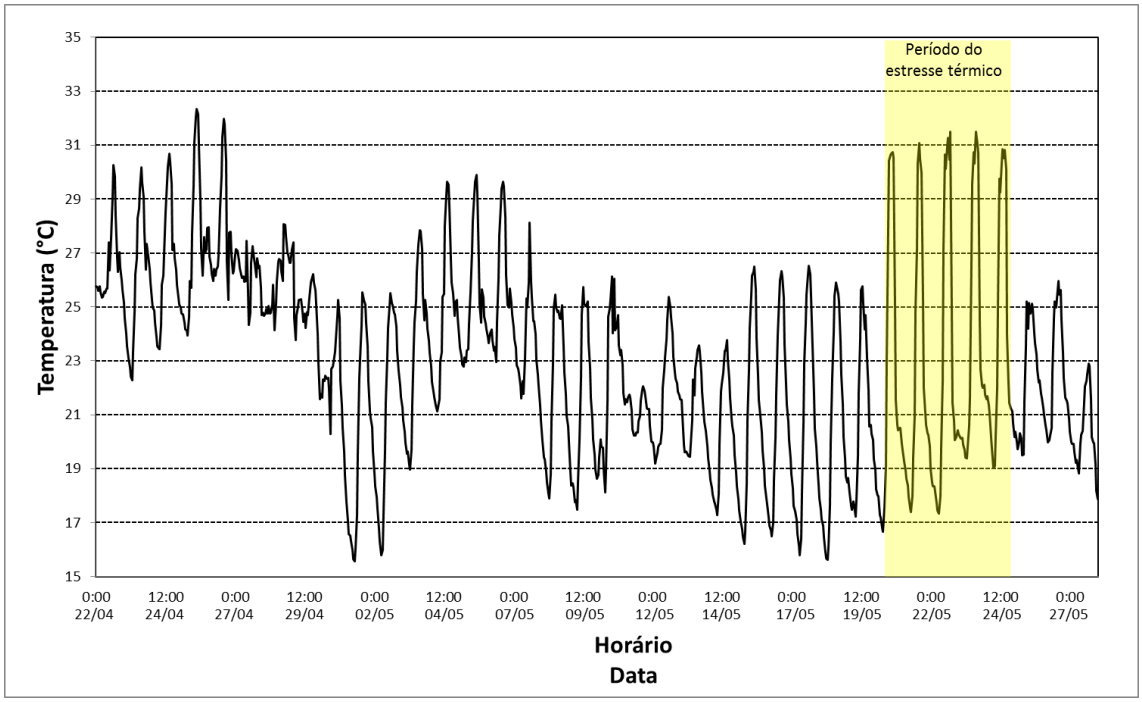

Figura 4 – Variação da temperatura de globo negro durante a permanência dos frangos de corte machos no galpão (7º ao 42º dia de criação).

Pode-se constatar que a temperatura média registrada durante o período de permanência dos pintainhos nas baterias metálicas, cujo principal evento, neste período, foi o termocondicionamento precoce, apresentou valor de 31,4°C, com a temperatura variando entre 30,1°C a 32,3°C. Já a média da temperatura mínima registrada foi 23,3°C, variando entre 22,7°C a 23,8°C. Por fim, a média da temperatura máxima registrada foi de 37,1°C, com variação entre 34,7°C a 39,7°C, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 – Temperatura média, mínima e máxima registrada pelos globos negros entre o 1º ao 6º dia de criação

Identificação do globo negro	Temperatura (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
Globo A	30,4	23,2	35,2
Globo 2	31,4	23,2	37,7
Globo F	31,2	23,7	37,2
Globo 3	32,3	23,2	38,7
Globo 4	31,0	23,2	35,7
Globo 5	32,0	23,2	38,2
Globo 7	30,1	23,2	34,7
Globo 8	30,9	23,8	36,2
Globo 11	31,2	23,2	36,7
Globo C	32,2	23,2	39,7
Globo H	31,3	23,2	36,7
Globo M	32,2	22,7	38,7

De acordo com a Tabela 3, a temperatura média registrada pelos globos negros, entre o 7º ao 42º dia de criação, esteve em torno de 23°C, apresentando variação entre 22,7°C a 23,4°C. Já a média da temperatura mínima, para o mesmo período, foi de 14,9°C, com variação entre 13,7°C a 15,7°C. Por sua vez, a média da temperatura máxima para o período em questão foi de 32,7°C, com temperatura variando entre 31,7°C a 33,2°C.

Durante o estresse calórico crônico a média da temperatura registrada pelos globos negros foi de 22,9°C, com variação entre 22,4°C a 23,4°C. Já a média da temperatura mínima, durante o mesmo período, foi de 16,5°C, variando entre 16,2°C a 16,7°C. A média da temperatura máxima registrada durante este período de desafio térmico foi de 32,3°C, apresentando variação entre 31,2°C a 33,2°C, segundo dados da Tabela 4.

Tabela 3 – Temperatura média, mínima e máxima registrada pelos globos negros entre o 7º ao 42º dia de criação

Identificação do globo negro	Temperatura (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
Globo A	23,3	15,2	33,2
Globo 2	22,9	15,7	31,7
Globo F	22,8	14,7	31,7
Globo 3	23,4	15,7	33,2
Globo 4	23,1	15,2	33,2
Globo 5	22,7	13,7	32,7
Globo 7	22,7	14,7	32,7
Globo 8	23,1	15,2	32,8
Globo 11	22,8	14,2	32,7
Globo C	23,1	14,2	33,2
Globo H	22,9	15,2	32,7
Globo M	23,1	15,2	32,2

Tabela 4 – Temperatura média, mínima e máxima registrada pelos globos negros durante o estresse calórico crônico (35º ao 39º dia)

Identificação do globo negro	Temperatura (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
Globo A	23,2	16,7	32,7
Globo 2	22,5	16,7	31,2
Globo F	22,5	16,7	31,2
Globo 3	23,4	16,7	33,2
Globo 4	23,1	16,7	32,2
Globo 5	23,0	16,2	32,7
Globo 7	22,6	16,2	32,2
Globo 8	22,9	16,3	32,8
Globo 11	22,7	16,7	32,2
Globo C	23,2	16,7	33,2
Globo H	22,4	16,2	31,7
Globo M	22,9	16,2	32,2

A variação da temperatura do ar registrada pelos sensores de temperatura e umidade, durante o período em que os pintainhos estiveram alocados nas baterias metálicas (1º ao 6º dia), está ilustrada na Figura 5. Por sua vez, a Figura 6 representa a variação da temperatura do ar no período entre o 7º ao 42º dia de criação.

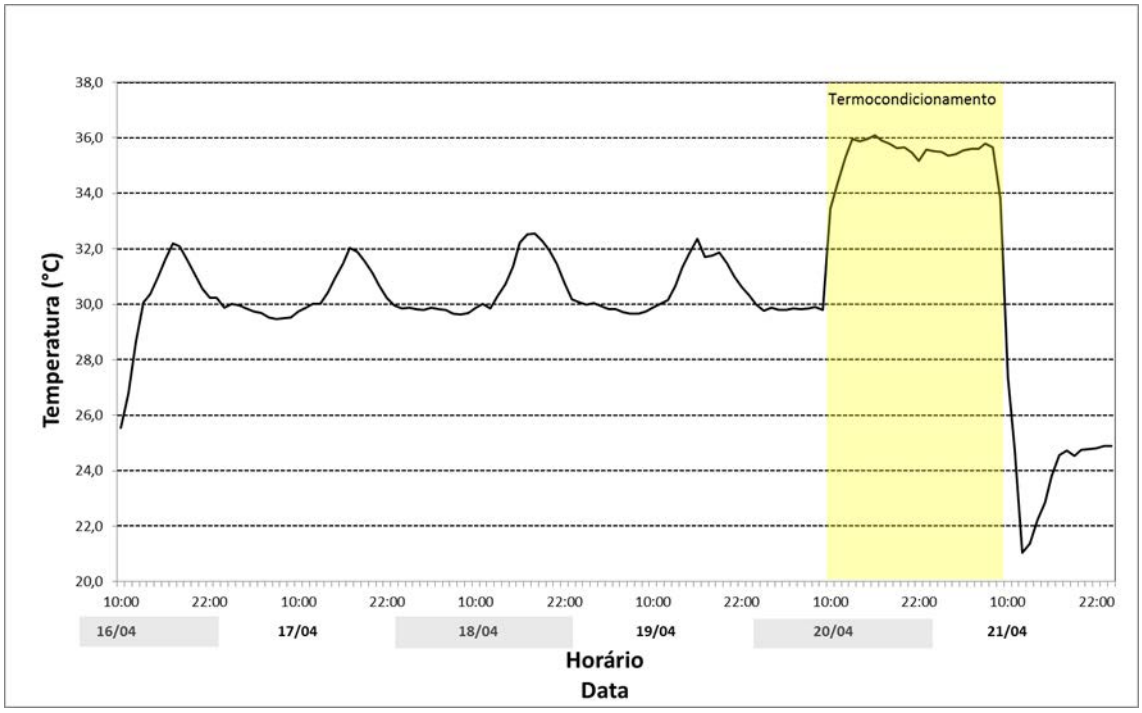

Figura 5 – Variação da temperatura do ar durante a permanência dos pintainhos em baterias metálicas (1º ao 6º dia de criação).

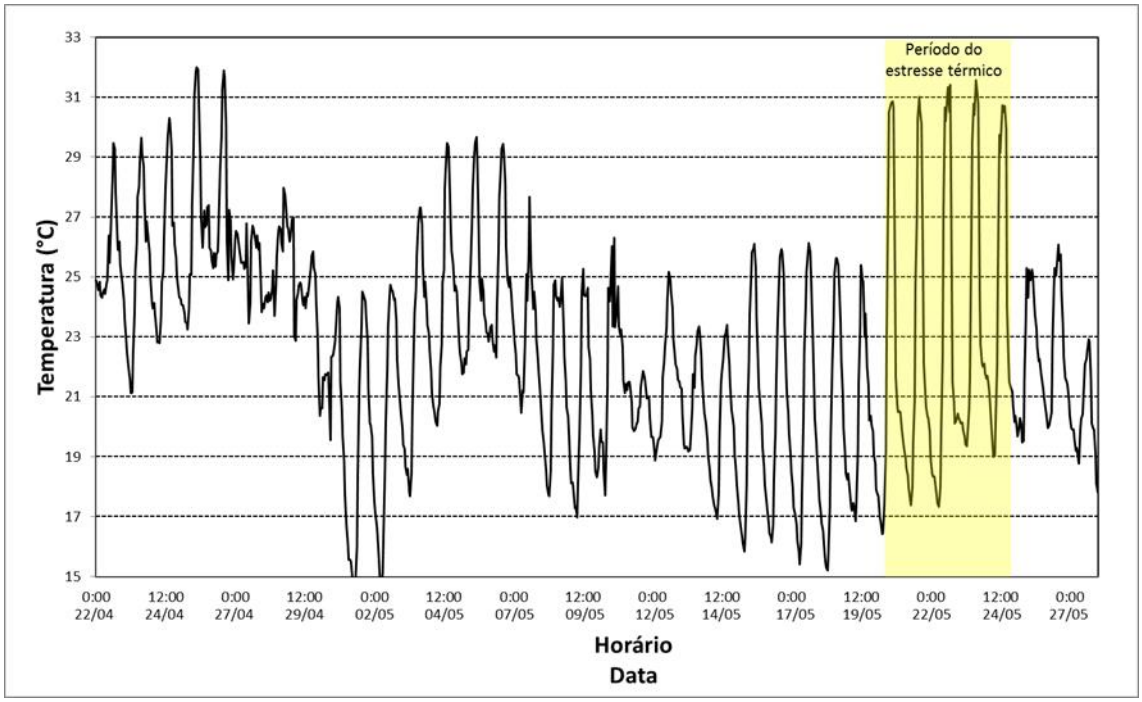

Figura 6 – Variação da temperatura do ar durante a permanência dos frangos de corte machos no galpão (7º ao 42º dia de criação).

Segundo os dados apresentados na Tabela 5, a temperatura média do ar registrada durante o período de permanência dos pintainhos nas baterias metálicas, apresentou valor de 31,3°C, com variação entre 30,0°C a 32,4°C. Já a média da temperatura mínima registrada foi 21,8°C, variando entre 21,2°C a 22,7°C. Por fim, a média da temperatura máxima registrada foi de 36,5°C, com temperatura variando entre 34,1°C a 38,6°C.

Tabela 5 – Temperatura média, mínima e máxima do ar registrada pelos sensores entre o 1º ao 6º dia de criação

Identificação do sensor	Temperatura (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
Sensor 3	31,3	21,7	36,7
Sensor 4	31,2	21,7	36,7
Sensor 9	32,3	21,6	38,6
Sensor 10	32,0	21,7	38,2
Sensor 11	32,1	21,7	38,1
Sensor 12	32,4	22,2	38,1
Sensor 13	31,4	21,7	36,1
Sensor 14	30,9	21,2	35,7
Sensor 15	30,0	21,2	34,1
Sensor 16	30,4	21,7	34,7
Sensor 19	31,1	22,7	35,7
Sensor 20	30,4	22,2	35,2

A temperatura média do ar registrada pelos sensores de temperatura e umidade, entre o 7º ao 42º dia de criação, esteve em torno de 22,6°C, apresentando variação entre 22,1°C a 23,3°C. Já a média da temperatura mínima, para o mesmo período, foi de 13,9°C, com variação entre 12,6°C a 15,7°C. Por sua vez, a média da temperatura máxima para o período em questão foi de 32,6°C, variando entre 31,7°C a 33,2°C, conforme os dados ilustrados na Tabela 6.

Tabela 6 – Temperatura média, mínima e máxima do ar registrada pelos sensores entre o 7º ao 42º dia de criação

Identificação do sensor	Temperatura (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
Sensor 3	22,6	14,2	32,7
Sensor 4	22,1	13,7	31,7
Sensor 9	22,7	14,6	32,1
Sensor 10	22,7	14,2	33,2
Sensor 11	22,9	14,1	32,2
Sensor 12	22,6	13,6	32,7
Sensor 13	22,3	13,1	32,7
Sensor 14	22,1	12,7	32,8
Sensor 15	22,3	12,6	32,6
Sensor 16	22,8	13,7	33,2
Sensor 19	23,3	15,7	33,2
Sensor 20	22,7	14,7	32,7

Durante o período do estresse calórico crônico a média da temperatura do ar registrada foi de 22,9°C, com variação entre 22,4°C a 23,4°C. Já a média da temperatura mínima, durante o mesmo período, foi de 16,3°C, variando entre 16,1°C a 16,7°C. Por último, a média da temperatura máxima registrada durante o desafio térmico foi de 32,3°C, apresentando variação entre 31,7°C a 33,2°C, segundo dados da Tabela 7.

Tabela 7 – Temperatura média, mínima e máxima do ar durante o estresse calórico crônico (35º ao 39º dia)

Identificação do sensor	Temperatura (°C)		
	Média	Mínima	Máxima
Sensor 3	23,2	16,2	32,7
Sensor 4	22,5	16,2	31,2
Sensor 9	22,5	16,1	31,2
Sensor 10	23,4	16,2	33,2
Sensor 11	23,1	16,1	32,2
Sensor 12	23,0	16,6	32,7
Sensor 13	22,6	16,2	32,2
Sensor 14	22,9	16,2	32,8
Sensor 15	22,7	16,1	32,2
Sensor 16	23,1	16,7	32,7
Sensor 19	23,2	16,7	33,2
Sensor 20	22,4	16,2	31,7

A variação apresentada nos valores das temperaturas, tanto dos globos negros, quanto dos sensores de temperatura e umidade, referente ao período de permanência dos pintainhos nas baterias metálicas, pode ser explicado devido à disposição destes sensores nas baterias metálicas, uma vez que os sensores localizados na região central apresentaram os maiores valores de temperatura.

Por sua vez, a variação das temperaturas para os diferentes sensores, no período entre o 7º ao 42º dia de criação, também está relacionada a sua distribuição ao longo do galpão. Os sensores localizados na face norte registraram maiores valores de temperatura quando comparados ao sensores da face sul, isto acontece devido a maior incidência dos raios solares na face norte.

De acordo com Salgado e Nääs (2010), em seus estudos, o município de Araçatuba ocupa o segundo lugar entre os municípios do estado de São Paulo que apresenta o maior risco de incidência de temperatura extrema diária, refletindo em problemas de estresse térmico para as aves.

A variação da umidade relativa durante o período em que os pintainhos estiveram alocados nas baterias metálicas (1º ao 6º dia) está ilustrada na Figura 7. A Figura 8 representa a variação da umidade relativa no período entre o 7º ao 42º dia de criação.

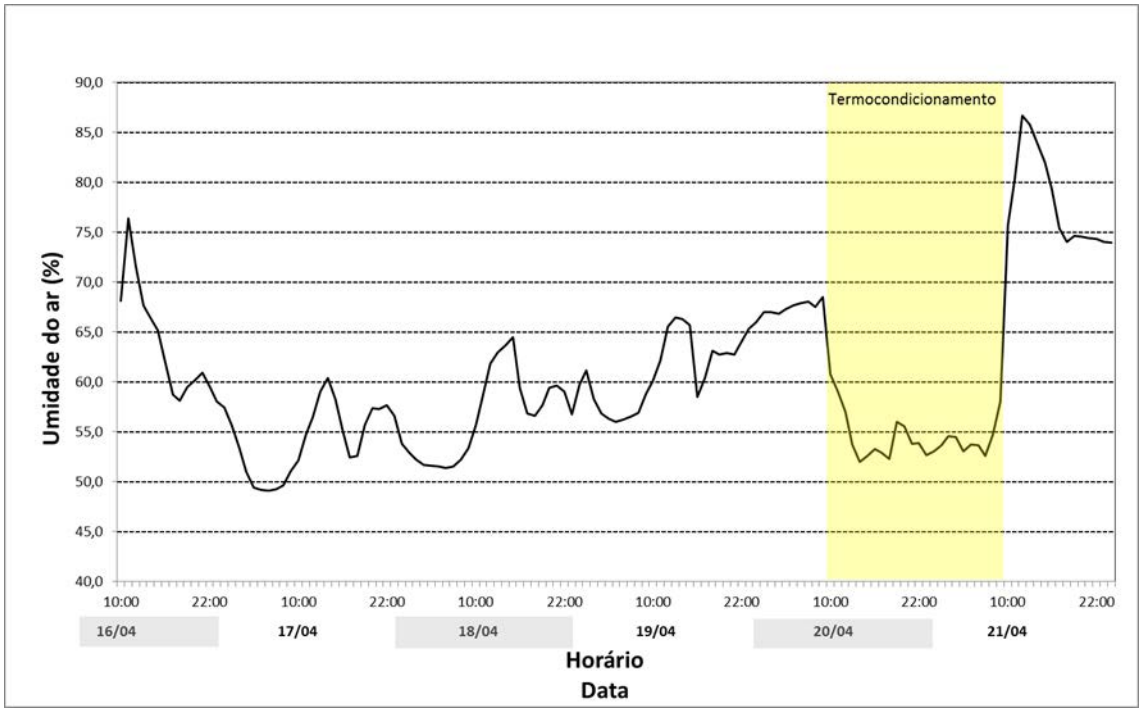

Figura 7 – Variação da umidade relativa do ar durante a permanência dos pintainhos em baterias metálicas (1º ao 6º dia de criação).

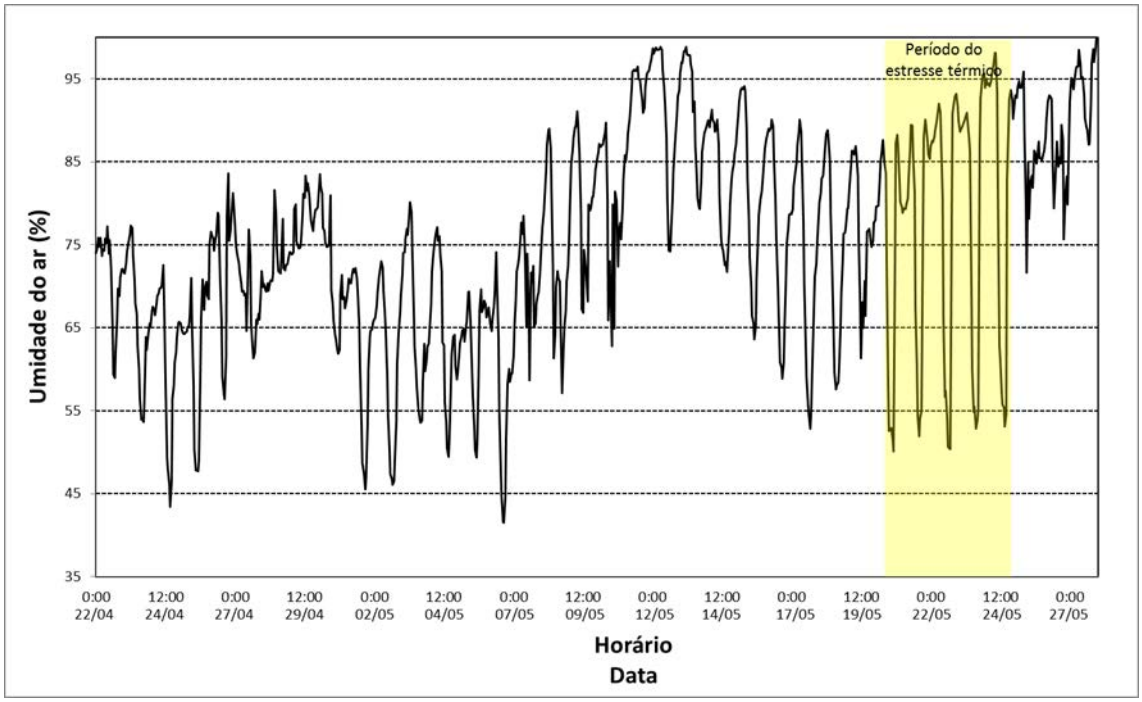

Figura 8 – Variação da umidade relativa do ar durante a permanência dos frangos de corte machos no galpão (7º ao 42º dia de criação).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8, a umidade relativa média registrada durante o período de permanência dos pintainhos nas baterias metálicas, apresentou valor de 58,7%, com umidade relativa variando entre 56,8% a 61,3%. Já a média da umidade relativa mínima observada foi 48,0%, variando entre 44,6% a 52,0%. Por fim, a média da umidade relativa máxima registrada foi de 83,8%, com variação entre 80,8% a 87,0%.

Conforme descrito por Moura (2001), é comum, durante a fase inicial, o nível de umidade relativa se apresentar abaixo de 40% em decorrência do excesso de calor gerado pelos aquecedores, que ao consumirem o oxigênio do ambiente reduz excessivamente a umidade relativa na altura das campânulas. Porém, os valores obtidos para a umidade relativa neste período específico contraria ao relatado por Moura (2001).

Tabela 8 – Umidade relativa média, mínima e máxima do ar entre o 1º ao 6º dia de criação

Identificação do sensor	Umidade (%)		
	Média	Mínima	Máxima
Sensor 4	57,6	46,8	84,3
Sensor 9	56,8	45,0	84,3
Sensor 10	57,6	44,6	83,6
Sensor 11	56,9	44,9	83,9
Sensor 12	58,0	45,9	83,9
Sensor 13	58,3	48,3	84,4
Sensor 14	58,9	48,0	85,1
Sensor 15	60,8	51,6	87,0
Sensor 16	61,3	52,0	83,7
Sensor 19	60,2	51,1	80,8
Sensor 20	59,4	49,3	81,2

A umidade relativa média registrada pelos sensores de temperatura e umidade, entre o 7º ao 42º dia de criação, esteve em torno de 75,6%, apresentando variação entre 73,3% a 77,6%. Já a média da umidade relativa mínima, para o mesmo período, foi de 39,5%, com umidade relativa variando entre 37,5% a 41,8%. Por fim, a média da umidade relativa máxima para o período em questão foi de 100%, com variação entre 97,2% a 100%, conforme representado pela Tabela 9.

Durante o estresse calórico crônico a média da umidade relativa registrada pelos sensores foi de 79,2%, com variação entre 75,9% a 84,8%. Já a média da umidade relativa mínima, durante o mesmo período, foi de 46,3%, variando entre 43,9% a 49,3%. Por último, a média da umidade relativa máxima registrada durante este período de desafio térmico foi de 99,8%, apresentando variação entre 95,1% a 100%, segundo dados da Tabela 10.

A variação da umidade relativa do ar registrada pelos diferentes sensores pode ser explicada pela sua proximidade com as placas evaporativas adiabáticas. Logo, quanto mais próximos destas placas, maiores são os valores de umidade relativa registrados pelos sensores.

Para Moura (2001), a umidade relativa passa a ser um fator de importância no conforto térmico das aves à medida que a temperatura ambiente ultrapassa 25ºC. A capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade do ar (FERREIRA, 2005).

Portanto, o desconforto térmico sofrido pelos frangos de corte durante este experimento pôde ser comprovado analisando-se os valores de temperatura e teor de umidade relativa apresentados pelos sensores. Pois, quanto maior o valor da umidade relativa, menos eficiente é a perda de calor por evaporação.

Tabela 9 – Umidade relativa média, mínima e máxima do ar entre o 7º ao 42º dia de criação

Identificação do sensor	Umidade (%)		
	Média	Mínima	Máxima
Sensor 4	76,0	40,3	100,0
Sensor 9	73,6	40,6	99,0
Sensor 10	73,5	40,0	97,9
Sensor 11	73,3	39,8	97,2
Sensor 12	77,6	41,8	100,0
Sensor 13	77,3	40,0	99,2
Sensor 14	76,7	39,4	100,0
Sensor 15	75,9	39,2	100,0
Sensor 16	75,5	37,5	100,0
Sensor 19	74,7	38,9	100,0
Sensor 20	77,1	37,5	100,0

Tabela 10 – Umidade relativa média, mínima e máxima do ar durante o período de estresse calórico crônico (35º ao 39º dia)

Identificação do sensor	Umidade (%)		
	Média	Mínima	Máxima
Sensor 4	80,1	48,0	99,7
Sensor 9	76,7	45,0	96,3
Sensor 10	75,9	43,9	96,4
Sensor 11	76,1	46,2	95,1
Sensor 12	79,1	49,3	100,0
Sensor 13	81,3	47,7	97,2
Sensor 14	79,6	46,0	97,1
Sensor 15	79,4	46,5	100,0
Sensor 16	79,7	46,2	105,7
Sensor 19	78,1	46,4	97,7
Sensor 20	84,8	44,1	100,0

Em relação à temperatura superficial das aves durante o 1º, 3º e 5º dia do estresse calórico, pode-se inferir que de acordo com os dados apresentados nas Tabelas 11 e 12, o TCP não exerceu influência significativa ($p>0,05$) sobre a temperatura média superficial das aves quando reexpostas ao calor, ou seja, durante o 1º, 3º e 5º dia do estresse calórico crônico. Do mesmo modo, o equilíbrio eletrolítico aplicado nas aves não produziu efeito sobre a temperatura das aves. Arjona et al. (1990), em seus estudos, não encontraram diferença nas temperaturas corporal e superficial entre frangos de corte condicionados e não-condicionados no período de reexposição, e, sugeriram que os mecanismos fisiológicos ativados durante o TCP podem ser diferentes dos mecanismos envolvidos no processo de aclimatação, outro tipo de processo de adaptação ao calor, uma vez que, o TCP parece não induzir alteração do “set point” fisiológico da ave.

Tabela 11 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para temperatura superficial dos frangos de corte machos durante o 1º, 3º e 5º dia do estresse calórico crônico

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	Temperatura superficial das aves		
		1º dia	3º dia	5º dia
Equilíbrio Eletrolítico (E)	1	0,0017^{NS}	0,0938^{NS}	0,2204^{NS}
Termocondicionamento (T)	1	0,1667^{NS}	0,5104^{NS}	0,0204^{NS}
Interação (E) x (T)	1	0,2017^{NS}	0,0337^{NS}	0,1204^{NS}
Resíduo	20	0,6625	0,1799	0,4354
CV (%)		2,03	1,06	1,68

GL: graus de liberdade; ^{NS}: não significativo (p>0,05); CV: coeficiente de variação.

Tabela 12 – Médias da temperatura superficial dos frangos de corte machos no 1º, 3º e 5º dia de estresse calórico crônico segundo os tratamentos

TRATAMENTO	Temperatura superficial das aves (°C)		
	1º dia	2º dia	3 º dia
Equilíbrio Eletrolítico (E)			
Ausente (E_0)	40,01	39,77	39,29
Presente (E_1)	39,99	39,90	39,10
Termocondicionamento (T)			
Ausente (T_0)	40,08	39,99	39,22
Presente (T_1)	39,92	39,70	39,17

6.2 Desempenho zootécnico, taxa de mortalidade e de sobrevivência após termocondicionamento precoce e após estresse calórico crônico

De acordo com os resultados obtidos, não houve interação ao se aplicar simultaneamente o termocondicionamento precoce (TCP) com a dieta contendo o equilíbrio eletrolítico (EE).

As variáveis de desempenho: peso, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar calculados por períodos específicos e de modo acumulado encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 13 e 14; 15 e 16. O índice de mortalidade também está expresso nas Tabelas 15 e 16.

O termocondicionamento precoce exerceu influência significativa ($p<0,05$), sobre o ganho de peso e consumo de ração, e interferência altamente significativa ($p<0,01$) sobre o índice de conversão alimentar, somente no período entre 1 a 7 dias de vida, de acordo com a Tabela 13, o que refletiu o aumento da demanda energética em virtude dos mecanismos adaptativos, a fim de controlar a homeostase durante as 24 horas de exposição primária ao calor (SAKOMURA et al., 2005). Portanto, as aves termocondicionadas apresentaram uma pior taxa de conversão alimentar quando comparadas suas médias através do teste de Tukey, com o grupo de aves que não sofreu o termocondicionamento, conforme ilustrado na Tabela 14.

Entretanto, ao analisar a mesma variável, mas considerando os valores acumulados para os períodos de 1 a 35 dias e de 1 a 42 dias (Tabelas 15 e 16), resultados distintos foram observados, sem que fossem detectadas diferenças significativas entre os tratamentos. Neste caso, possivelmente, as aves tiveram tempo suficiente para compensar os efeitos adversos do termocondicionamento precoce.

Tabela 13 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), por períodos, para frangos de corte machos

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	1° ao 7° dia			8° ao 35° dia			36º ao 42º dia		
		GP (kg/ave)	CR(1) (kg)	CA(1)	GP (kg/ave)	CR(1) (kg)	CA(1)	GP (kg/ave)	CR(1) (kg)	CA(1)
Equilíbrio Eletrolítico (E)	1	0,0003*	0,0006^{NS}	0,0008^{NS}	0,0805^{NS}	0,1839^{NS}	0,0737*	0,0113^{NS}	0,0006^{NS}	0,2454^{NS}
Termocondicionamento (T)	1	0,0003*	0,0009*	0,0984**	0,0253^{NS}	0,1349^{NS}	0,0006^{NS}	0,0039^{NS}	0,0093^{NS}	0,1843^{NS}
Interação (E) x (T)	1	0,0000^{NS}	0,0003^{NS}	0,0047^{NS}	0,0019^{NS}	0,1496^{NS}	0,0045^{NS}	0,0045^{NS}	0,0004^{NS}	0,0872^{NS}
Resíduo	20	0,0001	0,0002	0,0073	0,0195	0,0914	0,0117	0,0085	0,0072	0,1528
CV (%)		6,29	7,18	7,72	6,02	8,61	7,04	12,61	5,75	18,99

GL: graus de liberdade; *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01) ^{NS}: não significativo (p>0,05); (1): dados ponderados; CV: coeficiente de variação.

Tabela 14 – Médias do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), por períodos, para frangos de corte machos segundo os tratamentos

TRATAMENTO	1° ao 7° dia			8° ao 35° dia			36º ao 42º dia		
	GP (kg/ave)	CR(1) (kg)	CA(1)	GP (kg/ave)	CR(1) (kg)	CA(1)	GP (kg/ave)	CR(1) (kg)	CA(1)
Equilíbrio Eletrolítico (E)									
Ausente (E_0)	0,11b	0,17	1,10	2,26	3,60	1,59a	0,75	1,47	1,96
Presente (E_1)	0,12a	0,18	1,11	2,37	3,42	1,48b	0,71	1,48	2,16
Termocondicionamento (T)									
Ausente (T_0)	0,12a	0,17b	1,04b	2,35	3,59	1,53	0,72	1,49	2,15
Presente (T_1)	0,11b	0,18a	1,17a	2,29	3,44	1,54	0,74	1,45	1,97

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, dentro de cada tratamento, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); (1): dados ponderados.

Ao analisar somente os valores acumulados para os dados de desempenho, as observações encontradas neste experimento vão ao encontro dos resultados obtidos por El-Moniary et al. (2010) e Marandure et al. (2011), visto que não houve efeito significativo para as médias da conversão alimentar ($p>0,05$) entre os grupos termocondicionados e os não-termocondicionados durante todo período de criação. Do mesmo modo, os resultados relatados neste experimento também corroboram com os descritos por Fernandes et al. (2013) e Basilio et al. (2001), visto que o TCP não interferiu no ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar durante todo o período de criação para os frangos de corte submetidos e esta técnica, quando comparados às outras aves criadas em situações ambientais diferentes.

Em relação às variáveis ganho de peso e consumo de ração, a aplicação do termocondicionamento precoce não exerceu influência significativa ($p>0,05$) em relação a todo o período de criação. Estes resultados divergem dos relatados por El-Moniary et al. (2010), pois de acordo com estes autores, o TCP exerceu ação sobre o ganho de peso e o consumo de ração entre o 21º ao 42º dia de criação.

Tabela 15 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso e taxa de mortalidade, acumulados, para frangos de corte machos

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	1° ao 35° dia			1° ao 42° dia			Peso[2] (kg) Período (dias)			Mortalidade[2; 3] (%) Período (dias)		
		GP[2] (kg/ave)	CR[1; 2] (kg)	CA[1; 2]	GP[2] (kg/ave)	CR[1; 2] (kg)	CA[1; 2]	7	35	42	1 a 7	1 a 35	1 a 42
Equilíbrio Eletrolítico (E)	1	0,0859*	0,0686^{NS}	0,0733*	0,0371^{NS}	0,1557^{NS}	0,0457*	0,0003^{NS}	0,0897*	0,0372^{NS}	0,0071^{NS}	0,6823^{NS}	0,6550^{NS}
Termocondicionamento (T)	1	0,0287^{NS}	0,0837^{NS}	0,0006^{NS}	0,0127^{NS}	0,1672^{NS}	0,0057^{NS}	0,0003^{NS}	0,0306^{NS}	0,0126^{NS}	0,0071^{NS}	0,0006^{NS}	0,0389^{NS}
Interação (E) x (T)	1	0,0021^{NS}	0,0015^{NS}	0,0000^{NS}	0,0007^{NS}	0,0048^{NS}	0,0012^{NS}	0,0000^{NS}	0,0017^{NS}	0,0007^{NS}	0,0643^{NS}	0,0749^{NS}	0,0660^{NS}
Resíduo	20	0,0194	0,0486	0,0109	0,0157	0,0798	0,0075	0,0001	0,0194	0,0158	0,0300	0,1771	0,1998
CV (%)		5,71	6,31	7,26	3,95	5,91	5,72	4,83	5,62	3,91	15,95	26,24	27,11

*: significativo (p<0,05); ^{NS}: não significativo (p>0,05); [1]: dados ponderados; [2]: acumulado; [3]: dados transformados em $\sqrt{x+1}$; CV: coeficiente de variação.

Tabela 16 – Médias do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), peso e taxa de mortalidade, acumuladas, para frangos de corte machos segundo os tratamentos

TRATAMENTO	1° ao 35° dia			1° ao 42° dia			Peso[2] (kg) Período (dias)			Mortalidade (%)[2; 3] Período (dias)		
	GP[2] (kg/ave)	CR[1; 2] (kg)	CA[1; 2]	GP[2] (kg/ave)	CR[1; 2] (kg)	CA[1; 2]	7	35	42	1 a 7	1 a 35	1 a 42
Equilíbrio Eletrolítico (E)												
Ausente (E_0)	2,38b	3,55	1,49a	3,13	4,86	1,55a	0,16	2,42b	3,17	1,10	1,43	1,48
Presente (E_1)	2,50a	3,44	1,38b	3,21	4,70	1,47b	0,16	2,54a	3,25	1,07	1,72	1,81
Termocondicionamento (T)												
Ausente (T_0)	2,47	3,55	1,44	3,19	4,86	1,52	0,16	2,51	3,23	1,10	1,61	1,61
Presente (T_1)	2,40	3,44	1,43	3,15	4,69	1,49	0,16	2,45	3,19	1,07	1,60	1,69

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, dentro de cada tratamento, diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05); [1]: dados ponderados; [2]: acumulado; [3]: dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

De modo contrário aos achados deste experimento, cujo peso corpóreo não sofreu ação significativa do TCP (p>0,05), conforme descrito na Tabela 15, Yahav e Plavnik (1999) observaram peso corpóreo superior, a partir do 35º dia de criação para as aves termocondicionadas durante o 5º dia de vida.

Em relação à mortalidade das aves (Tabelas 15 e 16), o TCP não interferiu sobre tal variável, resultado este que divergiu do relatado por Arjona et al. (1990), pois, de acordo com estes autores, aves termocondicionadas ao 5º dia de vida apresentaram menor mortalidade em relação às aves não-termocondicionadas, quando foram reexpostas a altas temperaturas durante a sexta semana de vida.

Pode-se observar ao final deste experimento que o processo de adaptação ao calor, ou seja, o TCP, não exerceu nenhum efeito significativo para as variáveis de desempenho avaliadas. Vieira (2008); Geraert et al. (1996b) e Basilio et al. (2001), também, discorreram sobre tais observações. Logo, o TCP não promoveu nenhum efeito benéfico sobre as características de desempenho para as aves.

Por sua vez, o emprego do equilíbrio eletrolítico nas dietas para frangos de corte exerceu interferência significativa (p<0,05) sobre as variáveis ganho de peso, segundo a análise de variância, para os períodos de 1 a 7 dias e de 8 a 35 dias, e, para a conversão alimentar, somente no período de 8 a 35 dias. Estas observações, também, foram constatadas na análise das mesmas variáveis, porém, trabalhando com os valores acumulados (período de 1 a 35 dias). As aves que receberam a adição de eletrólitos na dieta apresentaram maior ganho de peso e melhor índice de conversão alimentar quando comparadas às aves que não receberam dieta suplementada, segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Borges (1997), em seus estudos, relatou uma melhora no ganho de peso das aves que receberam a adição de eletrólitos na dieta.

Um melhor índice de conversão alimentar para as aves que receberam a suplementação de eletrólitos foi observado no período de 1 a 42 dias, conforme ilustrado na Tabela 16.

De acordo com Mongin (1981), a variação no equilíbrio ácido-base do sangue do animal diminui a eficiência no seu metabolismo, interferindo na produtividade. Logo, ao manipular o equilíbrio ácido-base das aves através da adição de eletrólitos na dieta, pode-se melhorar o desempenho de frangos de corte, principalmente se estes forem criados sob altas temperaturas. Pois, de acordo com Borges et al. (2003), alterações fisiológicas e metabólicas acontecem quando frangos de corte são submetidos a altas temperaturas ambientais, tendo como consequência perdas nos desempenhos destas aves, pois os mecanismos compensatórios não são suficientes para garantir a homeostasia, com isso instala-se um desequilíbrio eletrolítico o qual provocará redução no consumo de alimento, e, portanto, menor taxa de crescimento (TEETER et al., 1985).

Todavia, conforme os resultados apresentados nas Tabelas 13 e 14; 15 e 16, pode-se inferir que o uso de eletrólitos na dieta para frangos de corte não mostrou-se favorável, em relação ao consumo de ração durante todo o período de criação, visto que não houve diferença estatística significativa ($p>0,05$), em relação aos grupos cuja ração não continha a adição dos eletrólitos.

Embora, a alteração do balanço eletrolítico seja evitada com a suplementação de eletrólitos na dieta, sua utilização não atuou significativamente sobre a mortalidade das aves que receberam a suplementação. Este resultado difere daquele relatado por Teeter et al. (1985), uma vez que, para estes autores, a mortalidade das aves aumenta quando expostas a altas temperaturas, em decorrência do desequilíbrio eletrolítico instalado, fruto da ineficiência dos mecanismos compensatórios das aves a fim de garantir a homeostasia.

Em relação à taxa de sobrevivência das aves após o TCP, nenhuma interferência estatística significativa (p>0,05) sobre os parâmetros avaliados foi observada, conforme apresentado nas Tabelas 17 e 18. Contudo, o mesmo não foi encontrado quando se analisou a taxa de sobrevivência após o estresse calórico crônico, também ilustrado nestas mesmas tabelas. O equilíbrio eletrolítico foi prejudicial para as aves que receberam dieta suplementada com os eletrólitos (p<0,05), pois as aves suplementadas apresentaram menores médias da taxa de sobrevivência após o estresse, quando comparadas às aves que não receberam os eletrólitos na ração. Estes resultados contrariam o que era esperado, afinal, os eletrólitos atuam no equilíbrio ácido-base, logo, diante da exposição das aves à altas temperaturas, tais componentes adicionados à ração preveniriam a ocorrência do desequilíbrio eletrolítico, e, portanto, contribuiriam para a sobrevivência das aves, uma vez que os transtornos metabólicos tão comuns em situações de estresse calórico seriam evitados.

Tabela 17 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para taxa de sobrevivência após termocondicionamento precoce e estresse calórico crônico para frangos de corte machos

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	Taxa de sobrevivência (%)	
		Após Termocondicionamento[(1)]	Após Estresse calórico crônico[(2)]
Equilíbrio Eletrolítico (E)	1	3,4504^{NS}	161,1498*
Termocondicionamento (T)	1	3,4504^{NS}	3,0888^{NS}
Interação (E) x (T)	1	3,4504^{NS}	5,4055^{NS}
Resíduo	20	3,4504	26,8490
CV (%)		1,86	5,36

GL: graus de liberdade; [(1)]: entre o 4º e 6º dia de vida; [(2)]: entre o 34º e 40º dia de vida; ^{NS}: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); CV: coeficiente de variação.

Tabela 18 – Médias da taxa de sobrevivência após o termocondicionamento precoce e estresse calórico crônico para frangos de corte machos segundo os tratamentos

TRATAMENTO	Taxa de sobrevivência (%)	
	Após Termocondicionamento[(1)]	Após Estresse calórico crônico[(2)]
Equilíbrio Eletrolítico (E)		
Ausente (E_0)	99,24	99,17a
Presente (E_1)	100,00	93,98b
Termocondicionamento (T)		
Ausente (T_0)	100,00	96,93
Presente (T_1)	99,24	96,22

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, dentro de cada tratamento, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$); [(1)]: entre o 4º e 6º dia de vida; [(2)]: entre o 34º e 40º dia de vida.

6.3 Características de carcaça

Os resultados obtidos para as características de carcaça das aves ao 42º dia de criação estão apresentados nas Tabelas 19 e 20; 21 e 22.

Tanto o emprego do equilíbrio eletrolítico na ração, quanto a aplicação do termocondicionamento precoce no 5º dia de vida, não atuaram significativamente ($p>0,05$) sobre o peso das aves, peso da carcaça e rendimento de carcaça, conforme dados apresentados nas Tabelas 19 e 20.

Tabela 19 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para os pesos da ave ao abate, da carcaça, da gordura e rendimento de carcaça para frangos de corte machos

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	Peso das Aves	Carcaça	Gordura (g)	Rendimento de Carcaça (%)
		(kg)			
Equilíbrio Eletrolítico (E)	1	$0,0722^{NS}$	$0,0000^{NS}$	192,0438*	$1,8872^{NS}$
Termocondicionamento (T)	1	$0,0382^{NS}$	$0,0002^{NS}$	$5,5970^{NS}$	$0,0330^{NS}$
Interação (E) x (T)	1	$0,1168^{NS}$	$0,0167^{NS}$	$4,0920^{NS}$	$0,7107^{NS}$
Resíduo	20	0,0376	0,0077	44,3354	1,8962
CV (%)		5,87	3,53	15,99	1,85

GL: graus de liberdade; [NS]: não significativo ($p>0,05$); CV: coeficiente de variação.

Tabela 20 – Médias dos pesos da ave ao abate, da carcaça, da gordura e rendimento de carcaça para frangos de corte machos segundo os tratamentos

TRATAMENTO	Peso das Aves	Carcaça	Gordura (g)	Rendimento de Carcaça (%)
	(kg)			
Equilíbrio Eletrolítico (E)				
Ausente (E_0)	3,36	2,49	38,82	74,14
Presente (E_1)	3,25	2,49	44,48	74,70
Termocondicionamento (T)				
Ausente (T_0)	3,34	2,49	42,13	74,38
Presente (T_1)	3,26	2,49	41,16	74,45

Embora, de acordo com a análise de variância tenha sido detectada influência significativa ($p<0,05$) do emprego do equilíbrio eletrolítico sobre a gordura cavitária, quando as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, observou-se que não houve diferenças significativas para o peso da gordura cavitária quando comparado as aves cuja ração foi suplementada com eletrólitos, com as aves que não passaram por tal suplementação.

Segundo Rosa et al. (2007), a genética animal, a temperatura ambiental e a restrição alimentar influenciam na taxa de deposição da gordura. Cheng et al. (1997) observaram um aumento da deposição de gordura em frangos, com o aumento da temperatura. O aumento de gordura, segundo os autores, está relacionado com a diminuição do metabolismo basal e da atividade física das aves, que por sua vez são reflexos da diminuição do triiodotironina plasmática e aumento de corticosterona plasmática (GERAERT et al.; 1996a). Entretanto, neste experimento, não se observou alteração na quantidade de gordura para os diferentes tratamentos.

Conforme relatado por Kiraz e Sengül (2005), a gordura é um dos fatores que afetam a qualidade da carcaça. Os consumidores não desejam excesso de gordura na carcaça. Porém, com o melhoramento genético, há uma tendência para a diminuição das vísceras e aumento do rendimento das carcaças, bem como aumento da taxa de deposição de gordura em frangos de corte (ROSA et al., 2007).

O emprego do equilíbrio eletrolítico na ração e a aplicação do termocondicionamento precoce no 5º dia de vida exerceram ação significativa ($p<0,05$) sobre o peso absoluto e relativo do coração, Tabelas 21 e 22.

Tabela 21 – Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para os pesos absolutos e relativos do coração e fígado para frangos de corte machos

CAUSA DA VARIAÇÃO	GL	Peso Coração (g)	Relação Peso Coração/Peso Carcaça (%)	Peso Fígado (g)	Relação Peso Fígado/Peso Carcaça (%)
Equilíbrio Eletrolítico (E)	1	9,7920*	0,0165*	2,5807^{NS}	0,0029^{NS}
Termocondicionamento (T)	1	6,7310*	0,0121*	42,6933^{NS}	0,0723^{NS}
Interação (E) x (T)	1	1,9210^{NS}	0,0088^{NS}	51,3045^{NS}	0,0289^{NS}
Resíduo	20	1,2472	0,0026	40,2889	0,0678
CV (%)		6,40	7,21	11,20	11,42

GL: graus de liberdade; *: significativo ($p<0,05$); ^{NS}: não significativo ($p>0,05$); CV: coeficiente de variação.

Tabela 22 – Médias dos pesos absolutos e relativos do coração e fígado para frangos de corte machos segundo os tratamentos

TRATAMENTO	Peso Coração (g)	Relação Peso Coração/Peso Carcaça (%)	Peso Fígado (g)	Relação Peso Fígado/Peso Carcaça (%)
Equilíbrio Eletrolítico (E)				
Ausente (E_0)	18,10a	0,73a	57,02	2,29
Presente (E_1)	16,82b	0,68b	56,37	2,27
Termocondicionamento (T)				
Ausente (T_0)	17,99a	0,72a	58,03	2,33
Presente (T_1)	16,93b	0,68b	55,36	2,22

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, dentro de cada tratamento, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

As aves termocondicionadas apresentaram menor peso do coração em relação às aves mantidas em ambiente termoneutro, resultado também descrito por Yahav e Hurwitz (1996), os quais relataram que as aves termocondicionadas apresentaram menor massa cardíaca.

Já as aves que não receberam a adição dos eletrólitos na dieta, apresentaram as maiores médias para o peso absoluto e relativo do coração. Estes resultados são semelhantes ao encontrado por Koreleski et al. (2010),

que verificaram que a suplementação com Na^+ e K^+ não promoveu o aumento do peso relativo do coração. No entanto, de acordo com Barbosa Lima et al. (2014), o peso relativo do coração foi influenciado pela suplementação de bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$) via água, para codornizes mantidas a temperaturas elevadas. A explicação proposta, por estes autores, seria que a ingestão de sódio pode causar alterações musculares no coração, como por exemplo, a sua hipertrofia.

Plavnik e Hurwitz (1985), também, relataram uma diminuição do peso do coração dos frangos, porém, não somente para aqueles submetidos ao estresse por calor, como para as aves que sofreram restrição alimentar. Já Ribeiro et al. (2001), observaram uma diminuição do peso absoluto do coração para as aves submetidas ao estresse calórico. Segundo estes autores, após o término da exposição ao calor, os nutrientes foram direcionados para outros tecidos, logo, não houve ganho compensatório para o coração, fígado, intestino e moela, isso explicaria, portanto, a redução do peso dos órgãos dos frangos.

Entretanto, em relação ao peso relativo do coração, os resultados encontrados neste experimento divergem com os descritos por Plavnik e Yahav (1998), pois nenhuma diminuição do peso relativo do coração foi observada para um aumento de temperatura acima de 25ºC.

Em relação ao peso do fígado absoluto e relativo, nenhum dos parâmetros estudados exerceu influência significativa ($p>0,05$) sobre este órgão.

Todavia, tal achado difere com o descrito por El-Moniary et al. (2010), pois, segundo estes autores, houve diferença significativa do peso deste órgão entre os grupos que sofreram o TCP e os que não sofreram.

Porém, de acordo com o observado por Plavnik e Yahav (1998), aves expostas ao calor apresentaram uma redução do peso relativo do fígado, e atribuíram este achado à redução na atividade metabólica. Para Özkan et al.

(2006), a diminuição de alguns órgãos, como o fígado, pode ser explicado como uma importante resposta dos frangos ao estresse calórico.

7 CONCLUSÃO

As estratégias, termocondicionamento precoce e equilíbrio eletrolítico, utilizados neste experimento, para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso, mostraram-se ineficazes a fim de amenizar os efeitos do estresse calórico crônico em frangos de corte.

8 REFERÊNCIAS

AHMAD, T.; SARWAR, M. Dietary electrolyte balance: implications in heat stressed broilers. **World's Poultry Science Journal,** v.62, n.4, p.638-656, 2006.

AMARAL, A.G.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R.R.; TEIXEIRA, V.H.; SCHIASSI, L. Efeito do ambiente de produção sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia,** v.63, n.3, p.649-658, 2011.

ARANTES, U.M. **Desempenho, digestibilidade e aspectos metabólicos de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes números de Mongin ($Na^+ + K^+ - Cl^-$).** 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola De Veterinária da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2008.

ARAÚJO, W.A.G.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; CARVALHO, T.A.; RIBEIRO NETO, A.C. Potássio na nutrição animal. **Revista Eletrônica Nutritime,** v.7, n.4, p.1280-1291, 2010. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/117V7N4P1280_1291JUL2010_.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2014.

ARJONA, A.A.; DENBOW, D.M.; WEAVER JR, W.D. Neonatally-induced thermotolerance: physiological responses. **Comparative Biochemistry Physiology,** v.95A, n.3, p.393-399, 1990.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais:** conforto animal. 2.ed. Viçosa: UFV, 2010. 269p.

BARBOSA LIMA, R.; SILVA, J.H.V.; GIVISIEZ, P.E.N.; MARTINS, T.D.D.; SARAIVA, E.P.; COSTA, F.G.P.; MACARI, M. Influence of environmental temperature and electrolyte balance on the performance of quails (Coturnix

Coturnix Coturnix). **Brazilian Journal of Poultry Science,** v.16, n.3, p.245-256, 2014.

BASILIO, V.; VILARIÑO, M.; YAHAV, S.; PICARD, M. Early age thermal conditioning and a dual feeding program for male broilers challenged by heat stress. **Poultry Science,** v.80, n.1, p.29-36, 2001.

BELAY, T.; TEETER, R.G. Broiler water balance and thermobalance during thermoneutral and high ambient temperature exposure. **Poultry Science,** v.72, p.116-124, 1993.

BENTON, C.E.; BALNAVE, D.; BRAKE, J. The use of dietary minerals during heat stress in broilers. **The Professional Animal Scientist,** v.14, p.193-196, 1998.

BORGES, S.A**. Balanço eletrolítico e sua interrelação com o equilíbrio ácido-base em frangos de corte submetidos a estresse calórico.** Jaboticabal, 2001. 97 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, 2001.

BORGES, S.A. **Suplementação de cloreto de potássio e bicarbonato de sódio para frangos de corte durante o verão.** 1997. 84 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 1997.

BORGES, S.A.; SILVA, A.V.F.; MAIORKA, A. Acid-base balance in broilers. **World's Poultry Science Journal,** v.63, n.1, p.73-81, 2007.

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

BORGES, S.A.; FISCHER da SILVA, A.V.; MAIORKA, A.; HOOGE, D.M.; CUMMINGS, K.R. Physiological responses of broiler chickens to heat stress and dietary electrolyte balance (sodium plus potassium minus chloride, milliequivalents per kilogram). **Poultry Science,** v.83, p.1551-1558, 2004a.

BORGES, S.A.; FISCHER da SILVA, A.V.; MOURA, A.S.A.M.T.; MAIORKA, A.; OSTRENSKY, A. Electrolyte balance in broiler growing diets. **Poultry Science,** v.3, n.10, p.623-628, 2004b.

BORGES, S.A.; LAURENTIZ, A.C.; ARAÚJO, L.F.; ARAÚJO, C.S.S.; MAIORKA, A.; ARIKI, J. Efeito da proteína bruta e de diferentes balanços eletrolíticos das dietas sobre o desempenho de frangos de corte no período inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** v.4, n.2, p.155-161, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aves.** Brasília 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em: 17 abr. 2015.

BROSSI, C.; CONTRERAS-CASTILLO, C.J.; AMAZONAS, E.A.; MENTEN, J.F.M. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural,** v.39, n.4, p.1296-1305, 2009.

BUCHANAN, K.L. Stress and the evolution of condition-dependent signals. **Trends in Ecology & Evolution,** v.15, p.156-160, 2000.

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

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Responses of broiler to dietary protein levels and amino acid supplementation to low protein diets at various environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research,** v.6, p.18-33, 1997.

EL-MONIARY, M.M.A.; HEMID, A.A.; EL-WARDANY, I.; GEHAD, A.E.; GOUDA, A. The effect of early age heat conditioning and some feeding programs for heat-stressed broiler chicks on: 1 – Productive performance. **World Journal of Agricultural Sciences,** v.6, p.689-695, 2010.

EMMANS, G.C.; KYRIAZAKIS, I. Issues arising from genetic selection for growth and body composition characteristics in poultry and pigs. In: HILL, G.;

BISHOP, S. C.; MCGURIK, B.; MCKAY, J. C.; SIMM, G.; WEBB, J. **The challenge of genetic change in animal production.** London: British Society of Animal Science, 2000. p.39-52.

FERNANDES, J.I.M.; SCAPINI, L.B.; GOTTARDO, E.T.; BURIN JUNIOR, A.M.; MARQUES, F.E.S.; GRUCHOUSKEI, L. Thermal conditioning during the first week on performance, heart morphology and carcass yield of broilers submitted to heat stress. **Acta Scientarium Animal Sciences,** v.35, n.3, p.311-319, 2013.

FERREIRA, R.A. Ambiência em construções rurais para aves. In: FERREIRA, R.A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** 1ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. Cap. 6, p.173-211.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...**Chapecó: [s.n.], 2006. p.104-135.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. Cap. 17, p.209-228.

FURLAN, R.L.; FISHER DA SILVA, A.V.; BORGES, S.A.; MACARI, M. Equilíbrio ácido-básico. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. Cap. 4, p.51-73.

GAMBA, J.P. **Uso estratégico do equilíbrio eletrolítico para minimizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte.** 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária – Unesp – Câmpus de Araçatuba, 2011.

GARCIA NETO, M. **Programa prático para formulação de rações:** frangos de corte PPFR / Tabelas brasileiras 2011. Disponível em:

<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior/>. Acesso em: 05 set. 2012.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: biological and endocrinological variables. **British Journal of Nutrition,** v.75, p.205-216, 1996a.

GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F.; GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heat exposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. **British Journal of Nutrition,** v.75, p.195-204, 1996b.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LEESON, S. Physiological and metabolic responses of broilers to heat stress: implications for protein and amino acid nutrition. **World's Poultry Science Journal,** v.62, p.282-295, 2006.

HASSAN, A.M.; REDDY, P.G. Early age thermal conditioning improves broiler chick's response to acute heat stress at marketing age. **American Journal of Animal and Veterinary Sciences,** v.7, n.1, p.1-6, 2012.

KIRAZ, S.; SENGÜL, T. Relationship between abdominal fat and methionine deficiency in broilers. **Czech Journal of Animal Science,** v.50, n.8, p.362-368, 2005.

KORELESKI, L.; SWIATKIEWICZ, S.; ARCZEWSKA, A. The effect of dietary potassium and sodium on performance, carcass traits, and nitrogen balance and excreta moisture in broiler chicken. **Journal of Animal and Feed Sciences,** v.19, p.244-256, 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte.** 1.ed. Campinas: FACTA – Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. Cap.9, p.137-155.

MARANDURE, T.; HAMUDIKUWANDA, H.; MASHONJOWA, E. Effect of duration of early age thermal conditioning on growth and heat tolerance in broiler chickens. **Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry,** v.10, n.2, p.1909-1917, 2011.

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.

MARTINEZ, J.E.P. **Ácido ascórbico estabilizado com flavonóides cítricos para frangos de corte sob estresse calórico:** efeitos no desempenho e qualidade da carne. 2008. 80 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

MENDES, L.H. Exportações de carne de frango caíram 0,2% em 2014, para US$ 8,08 bi. **Valor econômico,** 7 jan. 2015. Caderno agronegócios. Disponível em: <http://www.valor.com.br/agro/3849280/exportacoes-de-carne-de-frango-cairam-02-em-2014-para-us-808-bi>. Acesso em: 17 abr. 2015.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: applications in poultry. **Proceedings Nutrition Society,** v.40, p.285-2294, 1981.

MOURA, D. J. Ambiência na avicultura de corte. In: Da SILVA, I.J.O. **Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical.** 1ed. Piracicaba: FUNEP, 2001. Cap 2, p. 75-149.

NAVARINI, F.C. **Níveis de proteína bruta e balanço eletrolítico para frangos de corte.** 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2009.

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.

NICHELMANN, M.; TZSCHENTKE, B. Ontogeny of thermoregulation in precocial birds. **Comparative Biochemistry and Physiology,** v.131, n.4, p.751-763, 2002.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.29, n.1, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, R.A.; VAZ, R.; GOMES, M.V.; CELLA, P.S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.35, n.3, p.797-803, 2006.

ÖZKAN, S.; PLAVNIK, I.; YAHAV, S. Effects of early feed restriction on performance and ascites development in broiler chickens subsequently raised at low ambient temperature. **Journal of Applied Poultry research,** v.15, n.1 p.9-19, 2006.

PATIENCE, J.F. A review of the role of acid-base balance in amino acid nutrition. **Journal of Animal Science,** v.68, p.398-408, 1990.

PLAVNIK, I.; HURWITZ, S. The performance of broiler chicks during and following a severe feed restriction at an early age. **Poultry Science,** v.64, n.2, p.348-355, 1985.

PLAVNIK, I.; YAHAV, S. Effect of environmental temperature on broiler chickens subjected to growth restriction at an early age. **Poultry Science,** v.77, n.6, p.870-872, 1998.

RIBEIRO, A.M.L.; PENZ, A.M.; TEETER, R. Effects of 2-hydroxy-4-(methylthio)butanoic acid and DL-Methionine on broiler performance and compensatory growth after exposure to two different environmental temperatures. **Journal of Applied Poultry Research,** v.10, n.4, p.419-426, 2001.

ROSA, P.S.; FARIA FILHO, D.E.; DAHLKE, F.; VIEIRA, B.S.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Performance and carcass characteristics of broiler chickens with different growth potential and submitted to heat stress. **Brazilian Journal of poultry Science,** v.9, n.3, p.181-186, 2007.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T.; EUCLIDES, R.F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. 3.ed. Viçosa: UFV: Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; OVIEDO-RONDÓN, E.O.; BOA-VIAGEM, C.; FERRAUDO, A. Modeling energy utilization and growth parameter description for broiler chickens. **Poultry Science,** v.84, p.1363-1369, 2005.

SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A. Avaliação de risco à produção de frangos de corte do estado de São Paulo em função da temperatura ambiente. **Revista Engenharia Agrícola,** v.30, n.3, p.367-376, 2010.

TANIZAWA, H.; SHIRAISHI, J.; KAWAKAMI, S.; TSUDZUKI, M.; BUNGO, T. Effect of short-term thermal conditioning on physiological and behavioral responses to subsequent acute heat exposure in chicks. **Japan Poultry Science Association,** v.51, p.80-86, 2014.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O. High chronic ambient temperature stress effects on broiler acid-base balance and their response to supplemental ammonium chloride, potassium chloride and potassium carbonate. **Poultry Science,** v.65, p.1777-1781, 1986.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N.; ARP, S.C. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chickens. **Poultry Science,** v.64, p.1060-1064, 1985.

TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola,** v.3, n.1, p.1-26, 2001.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Relatório anual de 2014.** Disponível em: <http://www.ubabef.com.br/publicacoes?m=75&date=2014-03>. Acesso em: 23 mar. 2015.

VALE, M.M.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; OLIVEIRA, S.T.M.; RODRIGUES, L.H.A. Data mining to estimate broiler mortality when exposed to heat wave. **Scientia Agrícola,** v.65, n.3, p.223-229, 2008.

VIEIRA, B.S. **Influência do condicionamento térmico precoce e do fotoperíodo diário sobre o desempenho e a tolerância térmica de frangos de corte em fase final de criação.** 2008. 63 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2008.

YAHAV, S.; HURWITZ, S. Induction of thermotolerance in male broiler chickens by temperature conditioning at an early age. **Poultry Science,** v.75, p.402-406, 1996.

YAHAV, S.; McMURTRY J.P. Thermotolerance acquisition in broiler chickens by temperature conditioning early in life: the effect of timing and ambient temperature. **Poultry Science,** v.80, n.12, p.1662-1666, 2001.

YAHAV S.; PLAVNIK, I. Effect of early-age thermal conditioning and food restriction on performance and thermotolerance of male broiler chickens. **British Poultry Science,** v.40, p.120-126, 1999.

APÊNDICES

APÊNDICE A – CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS PARA A REALIZAÇÃO DESTE EXPERIMENTO

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" Campus de Araçatuba

Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA)
Committee for Ethical Use of Animals (CEUA)

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto **"Aquisição de termotolerância com uso do equilíbrio eletrolítico em frangos de corte"** sob responsabilidade do Pesquisador **MANOEL GARCIA NETO** e colaboração de Marcelo Alessandro de Almeida, Tairini Erica da Cruz, Carlos Rodriguez Paes, Max José de Araujo Faria Junior, Marcos Franke Pinto e Elisa Helena Giglio Ponsano está de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal (COBEA) e foi aprovado pelo CEUA, de acordo com o processo **00887-2012**.

CERTIFICATE

We certify that the research **"Acquisition of thermotolerance using eletrolytic equilibrium broiler",** process number **00887-2012**, under responsibility of **MANOEL GARCIA NETO** and with collaboration of Marcelo Alessandro de Almeida, Tairini Erica da Cruz, Carlos Rodriguez Paes, Max José de Araujo Faria Junior, Marcos Franke Pinto and Elisa Helena Giglio Ponsano agree with Ethical Principles in Animal Research (COBEA) and was approved by CEUA.

Prof. Dr. Edilson Ervolino
CEUA Vice-Coordinador

Faculdade de Odontologia e Faculdade de Medicina Veterinária – **Departamento de Clínica, Cirurgia e Reprodução Animal** – Rua Clóvis Pestana, 793 CEP 16050-680 Araçatuba – SP
Tel (18) 3636-1440 Fax (18) 3636-1403 E-mail: fabianocadioli@fmva.unesp.br

APÊNDICE B – FOTOGRAFIAS DO EXPERIMENTO

FIGURA 1B – Pintainhos da linhagem Cobb-500®, recém-chegados ao setor de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba/UNESP, em seu 1º dia de vida.

FIGURA 2B – Pintainhos acondicionados em baterias metálicas do 1º ao 5º dia de vida.

FIGURA 3B – Visão parcial do galpão onde as aves foram alocadas do 6º ao 42º dia de vida.

FIGURA 4B – Pintainhos prostrados durante o termocondicionamento precoce no 5º dia de vida.

FIGURA 5B – Aves prostradas durante o estresse calórico crônico (35º ao 39º dia de vida).

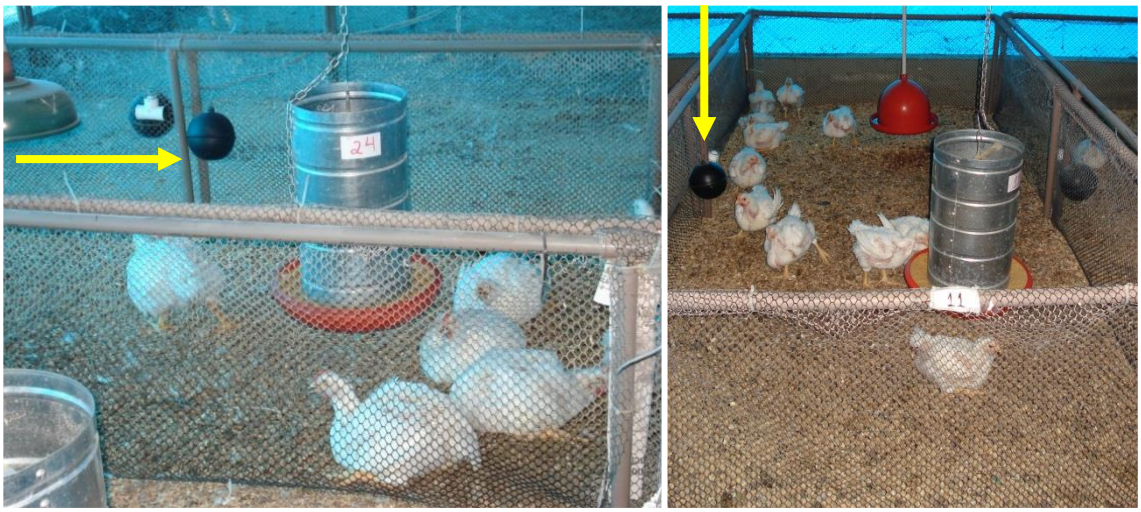

FIGURA 6B – Localização do globo negro junto às parcelas experimentais.

FIGURA 7B – Aferição da temperatura superficial dos frangos de corte machos durante o estresse calórico crônico.