

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CÂMPUS DE ARAÇATUBA**

**APLICAÇÃO DO TERMOCONDICIONAMENTO E DA
RELAÇÃO ELETROLÍTICA NA CRIAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE**

Maria Clara da Silva Minello
Zootecnista

ARAÇATUBA – SP
2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA
CÂMPUS DE ARAÇATUBA**

**APLICAÇÃO DO TERMOCONDICIONAMENTO E DA
RELAÇÃO ELETROLÍTICA NA CRIAÇÃO DE FRANGOS DE
CORTE**

**Maria Clara da Silva Minello
Orientadora: Prof^a Dr^a Elisa Helena Giglio Ponsano
Co-orientador: Prof. Dr. Manoel Garcia Neto**

Dissertação apresentada à
Faculdade de Medicina Veterinária –
Unesp, Câmpus 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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

MARIA CLARA DA SILVA MINELLO – nascida em 09 de setembro de 1986, em Piracicaba – SP, cursou o ensino fundamental no Instituto Baronesa de Rezende (Piracicaba), e o ensino médio no Instituto Atlântico de Ensino (Piracicaba). Ingressou no curso de Zootecnia em 2005 na Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira e formou-se no ano de 2009. Iniciou em 2012, como aluno especial e, em 2013, como aluno regular, o curso de mestrado em Ciência Animal na Faculdade de Medicina Veterinária UNESP Campus Araçatuba, na área de Medicina Veterinária Preventiva e Produção Animal, com bolsa de demanda social cedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais volta ao seu tamanho original”.
Albert Einstein

Dedico

Aos pilares da minha vida: Carlos Roberto Minello (*in memoriam*), Maria de Lurdes da Silva Minello e Rachel de Oliveira. Sem eles nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Elisa e Manoel como orientadora e coorientador, pela oportunidade, dedicação e paciência;

Ao professor Max pela dedicação e auxílio nas diversas fases do experimento;

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

Ao meu namorado João Guilherme Frassetto pelo companheirismo, carinho e compreensão em todos os momentos dessa jornada;

A todos os meus amigos, pelo companheirismo e amizade. De forma especial, gostaria de agradecer ao Marcel e Danilo pela ajuda durante todo o experimento e a Ana Claudia, Joice e Roberta, pelo ombro amigo e pelas palavras de incentivo a mim dedicadas;

À Faculdade de Medicina Veterinária de Araçatuba, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado, em especial a todos os professores do programa de pós-graduação em Ciência Animal, pelos conhecimentos transmitidos, que auxiliaram na elaboração desta dissertação;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de Demanda Social concedida.

Muito obrigada, que Deus abençoe a todos!

SUMÁRIO

	pg
1 Introdução.....	11
2 Revisão de Literatura	12
2.1 Panorama Nacional da Avicultura	12
2.2 Estresse térmico	13
2.3 Equilíbrio eletrolítico	15
2.4 Termocondicionamento	16
3 Material e Método	17
3.1 Condução do Experimento	17
3.2 Avaliações	20
3.3 Caracterização térmica do ambiente.....	21
3.4 Análise Estatística	22
4 Resultados e Discussão	23
4.1 Controle da temperatura	23
4.2 Desempenho zootécnico e taxa de mortalidade	28
4.3 Características de carcaça.....	33
5 Conclusão	36
6 REFERÊNCIAS.....	37
ANEXOS	43
ANEXO A	44

LISTA DE ABREVIATURAS

UR – Umidade Relativa
TC – Termocondicionamento
EE – Equilíbrio Eletrolítico
BE – Balanço Eletrolítico
RE – Relação Eletrolítica
GP – Ganho de Peso
CA – Conversão Alimentar
PC – Peso da Carcaça
PV – Peso das Vísceras
%M – Taxa de Mortalidade
pH – Potencial Hidrogeniônico
Na – Sódio
K – Potássio
Cl – Cloro
Na/Cl – Relação Sódio e Cloro
H⁺ - Íon hidrogênio
Na⁺ - Íon sódio
K⁺ - Íon potássio
Cl⁻ - Íon cloro
CO₂ – Dióxido de carbono
HCO₃⁻ - Íon bicarbonato
EUA – Estados Unidos da América
T3 - Triiodotironina
W - Watts
°C – Graus Celsius
m² – metros quadrados
h - Horas

APLICAÇÃO DO TERMOCONDICIONAMENTO E DA RELAÇÃO ELETROLÍTICA NA CRIAÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO - Em países de clima tropical, o calor é um dos maiores limitantes para a produção de frangos de corte, sendo responsável pela alta mortalidade, principalmente na fase final de criação. Este estudo avaliou os efeitos do termocondicionamento (TC) e do uso de ração considerando o equilíbrio eletrolítico (EE) como forma de reduzir esse efeito. Foram utilizados 300 pintos Cobb 500 machos distribuídos aleatoriamente em seis repetições de quatro tratamentos num esquema fatorial 2 x 2: (T1) ração sem EE sem TC, (2) ração sem EE com TC, (3) ração com EE sem TC e (4) ração com EE com TC. O termocondicionamento foi realizado no 5º dia durante 24 horas a 36 °C. Após esse período, as aves foram transferidas para boxes com cama de maravalha, onde permaneceram até o fim do experimento. O estresse agudo foi aplicado no 36º dia por 6 horas, em todos os tratamentos. Ração e água foram fornecidos *ad libitum* mesmo durante o período de estresse. Foram avaliados os parâmetros zootécnicos ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), peso de carcaça (PC) e peso das vísceras (PV), bem como a mortalidade (%M). Os resultados demonstraram que tanto TC quando EE foram eficientes para reduzir a mortalidade, sem alterar o desempenho das aves e sugeriram uma potencialização do efeito quando as técnicas foram utilizadas simultaneamente, já que no tratamento onde nenhuma dessas estratégias foi adotada a taxa de mortalidade foi 83% maior em relação ao tratamento onde ambas foram aplicadas. Portanto, ambas as técnicas foram consideradas válidas para a redução do prejuízo causado pelo calor na criação de frangos de corte.

Palavras-chave: transtornos de estresse por calor, coeficiente de mortalidade, eletrólitos, calor

USING THERMAL CONDITIONING AND ELECTROLYTE BALANCE TO RAISE BROILER CHICKEN

SUMMARY - In tropical climates, heat is one of the most important limiting factor for the production of broiler chickens, being responsible for high mortality, especially in the final period of the raising. This study evaluated the effects of thermoconditioning (TC) and feed considering electrolyte balance (EE) as a way to reduce this effect. 300 male chicks Cobb 500 were randomly assigned for six repetitions of four treatments in a 2 x 2 factorial scheme: (T1) feed without EE without TC, (2) feed without EE with TC, (3) feed with EE without TC and (4) feed with EE with TC. The thermoconditioning was held on the 5th day totaling 24 hours at 36 °C. After this period, the birds were transferred to boxes with wood shavings bed, where they remained until the end of the experiment. Acute thermal stress was applied at the 36^o day, for 6 hours, in all treatments. Feed and water were provided *ad libitum* during the full experiment period, even during the thermal stress. The performance parameters investigated were weight gain (WG), feed conversion (FC), body weight (BW), guts weight (GW) and mortality (%M). The results showed that both TC and EE were effective in reducing the mortality without altering the performance of the birds and suggested a potentiation effect when they were used simultaneously. At the treatment in which none of these strategies was adopted, the mortality rate was 83% higher, compared to the treatment in which both were applied. Therefore, both techniques were considered suitable for reducing the damage caused by heat in the raising of broiler chicken.

Keywords: heat stress disorders, mortality rate, electrolytes, hot temperature

1 Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China e, desde 2004, mantém a posição de maior exportador de carne de frango em decorrência da grande demanda pelo mercado (USDA, 2015; BRASIL, 2015).

O frango de corte comercial se tornou um dos animais com maior eficiência nutricional e rápido desenvolvimento (FURLAN, 2006). Entretanto, os constantes programas de melhoramento genético com intuito de aumentar a quantidade de carne comestível e reduzir a deposição de gordura celomática dos frangos têm conduzido à obtenção de aves mais exigentes quanto ao equilíbrio da dieta e à qualidade de matéria-prima e dos aspectos físicos da ração, além de condições ambientais mais convenientes, no que se refere ao conforto térmico (CAMPOS, 1982; WALDROUP, 1996; BERTECHINI et al., 1991).

Vários são os relatos sobre a influência do estresse térmico em frangos de corte (BORGES, 2003; BROSSI, 2009; FURLAN, 2006) e da perda da condição fisiológica de termorregulação em condições extremas de calor, principalmente com o avanço de peso/idade (BUTCHER; MILES, 1996; EMMANS; KYRIAZAKIS, 2000; TINÔCO, 2001).

Aves submetidas ao estresse térmico apresentam hiperventilação que acarreta na perda excessiva de CO₂ e conseqüente queda no pH dos fluidos corporais. Por sua vez, o sistema de controle do bicarbonato reduz a concentração de íons H⁺ causando aumento do pH plasmático e o aumento de bicarbonato, caracterizando uma alcalose respiratória. As aves tentam corrigir o pH sanguíneo excretando bicarbonato pela urina e retendo H⁺ (AHMAD; SARWAR, 2006). Assim, a submissão do animal por períodos prolongados a temperaturas acima de sua zona de conforto térmico pode causar morte por exaustão e/ou desidratação (BORGES, 2004; SANTOS, 2007).

Para amenizar os efeitos do estresse térmico em frangos de corte, a ambiência de um galpão deve ser manejada de modo a não comprometer os estreitos limites dos processos fisiológicos das aves (FURLAN, 2006). Esse desafio torna-se ainda maior em um país tropical como o Brasil, em especial na região oeste do estado de São Paulo, onde Salgado e Nääs (2010) constataram as maiores

temperaturas máximas e mínimas do estado, com destaque para os municípios de Araçatuba e São José do Rio Preto. Temperaturas ambientais extremas mais altas e elevados riscos de temperaturas extremas diárias tornam as criações presentes nessa região mais susceptíveis às consequências do estresse térmico, tais como o prejuízo no desempenho e o aumento da mortalidade (RUTZ, 1994).

Este estudo teve por objetivo avaliar a eficácia do uso de ração considerando o equilíbrio eletrolítico e da aplicação do termocondicionamento precoce sobre a criação de frangos de corte submetidos ao estresse térmico agudo.

2 Revisão de Literatura

2.1 Panorama Nacional da Avicultura

A avicultura no Brasil teve um grande crescimento nas últimas décadas, o que propiciou ao país alcançar a liderança no quesito exportação de carne de frango e se manter em terceiro lugar na produção desde 2004. Com uma produção em torno de 12 milhões de toneladas em 2014, escoadas para 142 países dos cinco continentes (América, Europa, Ásia, África e Oceania), além de atender à demanda nacional, o país fica atrás apenas dos EUA e da China, que produzem 17 e 13 milhões de toneladas, respectivamente (BRASIL, 2015; UBABEF, 2014; USDA, 2015).

Líder em exportações, o Brasil foi responsável por 37,34% do total de 10.977 milhões de toneladas exportadas mundialmente em 2014 (UBABEF, 2014), sendo os estados com atuação mais expressiva Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo. De acordo com a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) o mercado interno consome 67,7% da carne de frango produzida e o consumo *per capita* vem crescendo desde o ano 2000, atingindo, em 2014, o montante de 42,78kg por habitante ao ano (UBABEF, 2014).

Distribuída por todo o país, a produção de carne de frango se destaca na região Sul do Brasil e tem crescido na região Centro-Oeste devido à grande produção de insumos nela localizada. De acordo com o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), espera-se o aumento de 4,22% anualmente nas

exportações e expansão de 5,62% ao ano. Ainda, segundo dados do MAPA, aproximadamente 75% dos abates de frangos do país se concentra nos estados do Paraná (32,26%), Santa Catarina (16,96%), Rio Grande do Sul (14,24%) e São Paulo (10,61%) (UBABEF, 2014; BRASIL, 2015).

A avicultura se tornou tão expressiva no Brasil que, em junho de 2015, subiu para o quinto lugar na pauta cambial no país e, em julho do mesmo ano, a carne de frango atingiu o quarto lugar na lista dos 10 produtos mais exportados, sendo precedida apenas pela soja em grão, pelo minério de ferro e pelo petróleo bruto. Entre janeiro e julho de 2014, as exportações do produto *in natura* contribuíram com cerca de 2,92% da receita cambial do período. Em 2015, essa participação está em torno de 3,24%, atingindo um aumento de 10,76%. Esse cenário coincide com a comemoração, em julho de 2015, dos 40 anos de exportação ininterruptos de carne de frango, salientando ainda mais a importância do setor para o Brasil (BRASIL, 2015; UBABEF, 2014).

Essa realidade foi possível devido à modernização e à tecnificação do setor, além da integração entre a indústria e os produtores, que propiciou a melhoria na sanidade, na qualidade da carne e na redução dos custos nas transações comerciais. Entre produtores, funcionários de empresas e profissionais vinculados direta e indiretamente ao setor, a avicultura reúne mais de 3,5 milhões de trabalhadores. Cerca de 350 mil deles trabalham diretamente nas plantas frigoríficas, além de mais de 130 mil famílias, no campo, proprietárias de pequenos aviários, que produzem em um sistema totalmente integrado com as agroindústrias exportadoras (BRASIL, 2015).

2.2 Estresse térmico

Os frangos são animais homeotermos, ou seja, são capazes de manter sua temperatura corporal devido a um centro termorregulador localizado no hipotálamo que, por mecanismos fisiológicos e estímulos a respostas comportamentais, atua sobre a produção e a perda de calor (MACARI et.al, 1994) .

De acordo com Furlan (2006), a zona de conforto térmico ou termoneutra é definida pela faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e,

dessa forma, a homeotermia é mantida com menor gasto energético, propiciando aporte de energia para atingir níveis produtivos máximos. Um ambiente confortável para aves adultas varia entre temperaturas mínimas de 15 a 18 °C e máximas de 22 a 25 °C e umidade relativa entre 50 a 70%. Quando essa faixa de conforto não é atingida, a ave é exposta ao estresse calórico (TINÔCO, 2001).

Para a manutenção da temperatura corpórea, as aves se utilizam da perda de calor nas formas de radiação, condução, convecção e, principalmente, por evaporação, através da respiração. Comportamentalmente, observa-se que os animais submetidos a altas temperaturas mantêm o corpo mais próximo ao chão, permanecendo abaixadas, com as asas afastadas do corpo e as penas eriçadas. Sistemicamente, há redução da irrigação sanguínea dos órgãos e desvio do sangue para a circulação periférica com intuito de aumentar a perda de calor. Pode ocorrer, ainda, o aumento da produção de urina e concomitante aumento compensatório no consumo de água, se essa estiver disponível e fria (BORGES et al., 2003; FURLAN, 2001).

Todas essas alterações auxiliam na termorregulação, mas não são tão efetivas como a perda de calor por evaporação pela hiperventilação. Por esse processo, uma ave normal é capaz de eliminar aproximadamente 540 calorias por grama de água pelos pulmões; porém, isso é possível à custa de grande esforço muscular, demandando maior aporte energético e geração de maior quantidade de calor. Por esse motivo, a morte por exaustão ocorre em um breve espaço de tempo em animais submetidos a altas temperaturas ambientais, principalmente em animais com maior peso corporal (EMMANS; KYRIAZAKIS, 2000; BUTCHER & MILES, 1996; MACARI et al, 1994).

Outros fatores ambientais, além do calor, também provocam alterações no controle da temperatura normal em frangos de corte. A umidade relativa do ar (UR) exerce influência sobre a capacidade das aves em suportar o calor, ou seja, é inversamente proporcional à habilidade da ave de perder calor por evaporação, acarretando no aumento mais acentuado da frequência respiratória, contribuindo para o gasto energético devido ao aporte muscular durante a hiperventilação (OLIVEIRA et al., 2003).

A hiperventilação, mecanismo utilizado pelas aves na tentativa de eliminar calor e manter a temperatura corpórea, acarreta na perda excessiva de CO₂ e conseqüente queda no pH dos fluidos corporais. Em resposta a essa queda no pH, o

sistema de controle do bicarbonato reduz a concentração de íons H^+ , aumentando o pH plasmático e a concentração de bicarbonato, resultando em alcalose respiratória. (AHMAD; SARWAR, 2006; SANDERCOCK et al., 2001).

Mesmo lançando mão de todos esses mecanismos para manter a temperatura corporal dentro da faixa normal, seu aumento é inevitável nos animais expostos a temperaturas extremamente altas e pode ser utilizado como indicador do esforço despendido para a homeostasia. Devido a todos esses eventos, a exposição de frangos de corte ao estresse térmico por um longo período de tempo pode levar a morte por exaustão e/ou desidratação (BORGES, 2004; SANTOS, 2007).

2.3 Equilíbrio eletrolítico

Segundo Mongin (1981), para um animal manter a homeostase ácido-básica é necessário que o resultado da ingestão dietética catiônica somada à produção endógena de ácidos (H^+) menos a quantidade excretada de cátions seja igual a zero. Na equação $([cátions\ ingeridos] + [cátions\ endógenos]) - [cátions\ excretados]$, a concentração que apresenta maior facilidade de controle é a de minerais da dieta, por se relacionar diretamente com a concentração plasmática de bicarbonato (HCO_3^-) (MONGIN, 1977). Para isso, os minerais K, Na e Cl são escolhidos pela importância que desempenham no metabolismo, pela participação no balanço osmótico, no balanço ácido-básico e na integridade dos mecanismos que regulam o transporte através das membranas celulares. Assim, verifica-se que o balanço desses minerais age diretamente no equilíbrio ácido-básico das aves, podendo prejudicar o seu desempenho quando não regulado, por comprometer diversas funções metabólicas (JUDICE et al., 2002).

Os estudos de Mongin (1981) com Na, K e Cl mostraram que o equilíbrio ácido-básico da dieta, antes formulado somente para atender a uma exigência mínima para cada fase da criação, deveria ter suas proporções ajustadas para proporcionar um melhor balanço eletrolítico (BE), objetivando um ótimo desempenho de crescimento pela manutenção da homeostase ácido-básica fisiológica do animal. Nesse sentido, o BE visa auxiliar na manutenção do equilíbrio ácido-básico, minimizando a predisposição das aves à alcalose respiratória por efeito de estresse

calórico e, conseqüentemente, aos reflexos negativos no ganho de peso (TEETER et al. 1985), ocasionados por menor ingestão de alimentos e pior conversão alimentar, além da incidência de carne PSE (pálida, mole e exsudativa) em aves (WOELFEL et al., 2002; MOREIRA, 2005).

Porém, Mongin (1981) adverte sobre a necessidade de se adequar uma ração não apenas ao BE, pela diferença $[Na^+] + [K^+] - [Cl^-]$ mas, também, quanto à relação eletrolítica (RE) $([K^+] + [Cl^-])/[Na^+]$. Portanto, para um adequado balanço eletrolítico de uma dieta, não seria suficiente apenas o cálculo da diferença entre a concentração total de ânions e cátions, mas, ainda, a proporção adequada entre K e Na (LEWIS et al., 1972; TALBOT, 1978). Além disso, Cohen et al. (1972) confirmaram que alterações nas relações Na/Cl podem ocasionar alcalose ou acidose metabólica, tendo sido relatado, ainda, que aves têm maior tolerância ao excesso de K que ao de Na (SAVEUR; MONGIN, 1978), sendo que o excesso de Na pode causar elevada excreção de fósforo, resultando em deficiência (HOOGE, 1995), e o excesso de ingestão de Na e K favorece uma alta umidade na cama de frangos (OLIVEIRA et al., 2003).

2.4 Termocondicionamento

As aves podem suportar melhor o estresse térmico se passarem por um processo de aclimação ou termocondicionamento. Porém, esses processos tendem a causar redução do peso corporal devido ao aumento de energia requerido para a termorregulação e pela redução no consumo de ração (YAHAV; McMURTRY, 2001).

Com o intuito de preparar frangos de corte para reagirem bem a períodos de estresse térmico, reduzindo as perdas econômicas decorrentes do processo, Yahav & Hurwitz (1996) propuseram a aplicação do termocondicionamento precoce, que consiste na exposição das aves a altas temperaturas nos primeiros dias de vida, induzindo termotolerância e propiciando tempo suficiente para a recuperação do peso perdido em decorrência do ganho compensatório.

Um dos mecanismos para a indução de termotolerância consiste na modulação da produção de calor pela mudança do hormônio T3 circulante. A

capacidade de reduzir a concentração de T3, principalmente durante o desafio térmico, sugere aumento de tolerância ao calor (YAHAV; PLAVNIK, 1999).

A indução à termotolerância pode amenizar os inconvenientes fisiológicos causadas pelo estresse térmico, principalmente quando as aves são expostas a temperaturas extremas, e o condicionamento térmico mostra-se favorável, permitindo a expressão de termotolerância sem prejudicar o desempenho final das aves devido ao ganho compensatório (YAHAV; McMURTRY, 2001).

3 Material e Método

3.1 Condução do Experimento

O experimento foi realizado no período de outubro a dezembro de 2011 no Setor Experimental de Zootecnia da Faculdade de Medicina Veterinária da UNESP, Campus de Araçatuba. Foram aplicados quatro tratamentos decorrentes de um esquema fatorial 2 x 2: T1 – sem equilíbrio eletrolítico (EE) e sem termocondicionamento (TC), T2 – sem EE e com TC, T3 – com EE e sem TC e T4 – com EE e com TC, com seis repetições de cada (A, B, C, D, E e F).

Durante 48 dias, 300 frangos de corte da linhagem comercial Cobb 500 foram criados em um galpão de alvenaria (7,85 x 45,70 m) com orientação Leste-Oeste, climatizado por sistema de resfriamento evaporativo adiabático com ventilação de pressão negativa, coberto com telhas especiais, constituídas de material isolante (poliestireno expandido) disposto entre chapas metálicas refletivas. O protocolo experimental recebeu aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA 00887-2012).

Os pintinhos com um dia de idade foram pesados e distribuídos aleatoriamente em baterias metálicas (± 24 aves por m^2), onde cada divisão constituía uma parcela experimental e apresentava comedouros e bebedouros individuais, e lá permaneceram até o quinto dia de vida. Como fonte de aquecimento inicial foram utilizadas lâmpadas de 60 W em cada divisão da bateria, propiciando a manutenção da temperatura em 32 °C em seu interior durante o primeiro dia e reduzindo-a em 1 °C nos dias subsequentes.

Para a realização do termocondicionamento, metade das aves foi mantida nas baterias e a metade restante foi transferida para o galpão experimental onde foram alocadas em boxes ($\pm 2,8$ aves por m^2) tendo como piso cama de maravalha, campânulas de aquecimento com resistências de 400 W e comedouros e bebedouros individuais.

O termocondicionamento consistiu na manutenção dos pintinhos da bateria, no 5º dia de vida, a uma temperatura de 36 °C durante 24 horas. A aplicação da temperatura foi feita por meio de lâmpadas de 100 W nas laterais da bateria e de 60 W em seu interior, com um sistema de controle que permitia ligar/desligar as lâmpadas automaticamente. Para impedir o fornecimento de água quente aos animais nesse período crítico, adicionou-se gelo à caixa de abastecimento dos bebedouros e a água foi trocada diversas vezes. Após esse período, as aves que forma submetidas ao procedimento também foram transferidas das baterias para boxes no galpão experimental, de acordo com o tratamento.

Tanto nas gaiolas como nos boxes, as parcelas experimentais foram posicionadas com o intuito de evitar interferências provenientes do posicionamento ambiental. Assim, as gaiolas foram dispostas em baterias, de forma que todos os tratamentos estivessem nos quatro andares formados, bem como nas laterais dos boxes. Nos boxes, os quatro tratamentos da mesma repetição foram colocados sempre lado a lado, sendo três repetições posicionadas em cada lado do galpão.

O estresse térmico agudo foi aplicado aos 36 dias de idade e as aves foram submetidas à temperatura de 36 °C por um período de 6 horas iniciando-se as 10 h e terminando às 16 h. Para a manutenção da temperatura, foram utilizadas resistências de 400 W em todas as campânulas com sistema de liga/desliga, acopladas a uma estação climatológica experimental dentro do próprio galpão com sensor de temperatura posicionado em uma das parcelas na altura das aves.

As rações experimentais (Tabela 1) à base de milho, farelo de soja, óleo de soja, suplemento vitamínico, suplemento mineral, calcário e fosfato bicálcico foram formuladas por meio do Programa Prático de Formulação de Rações Não Linear (PPFR, www.ppfr.com.br), utilizando as recomendações de Rostagno et al. (2011) para frangos machos de desempenho superior. O balanço eletrolítico $[K]+[Na]-[Cl]$ foi ajustado em 350 mEq/kg e a relação eletrolítica $([K]+[Cl])/[Na]$ em 3:1 com base em experimento anterior (GAMBA, 2011). Ração e água foram fornecidos *ad libitum* durante todo o período experimental. O abate de todas as aves

foi realizado aos 49 dias após jejum de 12 horas, nas instalações da própria universidade.

Tabela 1 – Composição das rações experimentais

Ingredientes (%)	Sem Equilíbrio Eletrolítico			Com Equilíbrio Eletrolítico		
	Inicial	Crescimento	Terminação	Inicial	Crescimento	Terminação
Milho (7,88%)	51,02	56,77	60,15	49,16	54,48	57,78
Soja Farelo (45%)	40,14	34,75	31,31	40,45	35,13	31,71
Óleo de Soja	4,63	4,97	5,14	5,27	5,75	5,95
Fosfato Bicálcico	1,67	1,29	1,07	1,68	1,29	1,07
Calcário Calcítico	1,04	0,87	0,77	1,04	0,86	0,76
Premix ¹	0,66	0,60	0,78	0,66	0,60	0,78
Sal Comum	0,52	0,48	0,55	0,20	0,17	0,15
L-Lisina HCl	0,16	0,16	0,17	0,15	0,15	0,16
DL-Metionina	0,12	0,10	0,05	0,12	0,10	0,05
L- Treonina	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
Sulfato de Potássio (K ₂ SO ₄)	-	-	-	0,62	0,80	0,90
Bicarbonato de Sódio (NaHCO ₃)	-	-	-	0,61	0,64	0,66
Composição Calculada						
EM (Mcal/kg)	3,0482	3,1496	3,1994	3,0481	3,1496	3,1994
Proteína Bruta (PB)	22,42	20,41	19,11	22,41	20,40	19,09
Cálcio (Ca)	0,91	0,74	0,64	0,91	0,74	0,64
Fósforo disponível (P)	0,43	0,35	0,30	0,43	0,35	0,30
Relação Ca/P	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13	2,13
Metionina	0,42	0,38	0,31	0,42	0,38	0,31
Metionina + Cistina	0,72	0,66	0,58	0,72	0,66	0,58
Lisina	1,25	1,12	1,05	1,25	1,12	1,05

¹ Fatec Inicial: Vitamina A 1.670.000 U.I., Vitamina D3 335.000 U.I., Vitamina E 2.500 mg, Vitamina K3 417 mg, Vitamina B1 250 mg, Vitamina B2 835 mg, Vitamina B6 250 mg, Vitamina B12 2.000 mcg, Ácido fólico 100 mg, Biotina 9 mg, Niacina 5.835 mg, Pantotenato de Cálcio 1.870 mg, Cobre 1.000 mg, Cobalto 17 mg, Iodo 170 mg, Ferro 8.335 mg, Manganês 10.835 mg, Zinco 7.500 mg, Selênio 35 mg, Cloreto de colina 50% 116.670 mg, Metionina 250.000 mg, Coccidiostático 13.335 mg, Promotor de crescimento 13.335 mg, Antioxidante 2.000 mg. Fatec Crescimento: Vitamina A 1.335.000 U.I., Vitamina D3 300.000 U.I., Vitamina E 2.000 mg, Vitamina K3 335 mg, Vitamina B1 167 mg, Vitamina B2 670 mg, Vitamina B6 170 mg, Vitamina B12 1.670 mcg, Ácido fólico 67 mg, Biotina 7 mg, Niacina 4.670 mg, Pantotenato de Cálcio 1.870 mg, Cobre 1.000 mg, Cobalto 17 mg, Iodo 170 mg, Ferro 8.335 mg, Manganês 10.835 mg, Zinco 7.500 mg, Selênio 35 mg, Cloreto de colina 50% 83.340 mg, Metionina 235.000 mg, Coccidiostático 10.000 mg, Promotor de crescimento 10.000 mg Antioxidante 2.000 mg. Fatec Terminação: Vitamina A 1.670.000 U.I., Vitamina D3 335.000 U.I., Vitamina E 2.335 mg, Vitamina K3 400 mg, Vitamina B1 100 mg, Vitamina B2 800 mg, Vitamina B6 200 mg, Vitamina B12 2.000 mcg, Ácido fólico 67 mg, Biotina 7 mg, Niacina 5.670 mg, Pantotenato de Cálcio 2.000 mg, Cobre 2.000 mg, Cobalto 27 mg, Iodo 270 mg, Ferro 16.670 mg, Manganês 17.335 mg, Zinco 12.000 mg, Selênio 70 mg, Cloreto de colina 50% 100.000 mg, Metionina 235.000 mg, Antioxidante 2.000 mg.

3.2 Avaliações

As aves e as rações foram pesadas nos 1º, 7º, 35º e 48º dias de criação para os cálculos de ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) nos períodos de 1 a 7 dias, 8 a 35 dias e 35 a 48 dias, 1 a 35 dias e 1 a 48 dias, por meio das seguintes relações:

$$\text{Ganho de Peso (GP)} = \text{Peso médio final} - \text{Peso médio inicial}$$

$$\text{Consumo de Ração (CR)} = \frac{\text{Ração consumida (kg)}}{\text{Nº de animais}}$$

$$\text{Conversão Alimentar} = \frac{\text{Ração consumida (kg)}}{\text{Ganho de peso (kg)}}$$

Para a avaliação das carcaças, foram utilizadas duas aves de cada parcela experimental, totalizando 48 animais. Foram determinados peso e rendimento das carcaças, peso da gordura celomática, peso do coração e peso do fígado. O rendimento de carcaça foi determinado dividindo-se o peso da carcaça pelo peso da ave inteira e multiplicando-se por 100 para transformação do valor em percentual. Também se determinou a relação do peso do coração e do fígado em relação à carcaça, dividindo-se o peso de cada um desses órgãos pelo peso da carcaça e multiplicando-se por 100.

A taxa de mortalidade após o período de estresse térmico agudo foi determinada pela quantidade de aves mortas em relação ao número de aves que existiam anteriormente na parcela e o valor encontrado foi multiplicado por 100. As aves mortas antes do período de estresse foram excluídas do total de aves por parcela para a avaliação apenas da mortalidade causada pelo estresse térmico aplicado.

3.3 Caracterização térmica do ambiente

O controle ambiental da temperatura e da umidade do galpão foi realizado por meio de globos negros e ibutons localizados em todas as parcelas experimentais (Figura 1), tanto na bateria quanto nos boxes, posicionados na altura das aves, além de um sensor adicional no centro do galpão, conectados a uma estação climatológica que coletou os dados a cada 10 minutos e armazenou-os durante todo o experimento.

Os termômetros de globo negro utilizados foram 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, enquanto as medidas de temperatura e umidade relativa do ar (UR) foram realizadas com sensores/registradores Hygrochron DS1923-F5, com faixa de operação entre -20 a 85 °C e 0 a 100%, respectivamente, 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.

As condições microclimáticas médias do galpão foram obtidas por uma estação climatológica automática instalada no centro do galpão de criação. A temperatura e a umidade relativa do ar foram obtidas com o auxílio de um sensor modelo HMP45C-L (Vaisala) instalado em abrigo termométrico, com faixa de leitura entre -40 a 60 °C e 0 a 100%, respectivamente. A temperatura de globo negro foi determinada por um sensor modelo HMP45C-L (parte de medição de UR desligado), já descrito, instalado no interior do globo negro confeccionado em alumínio, com diâmetro de 15 cm, e a velocidade do ar foi avaliada com auxílio de anemômetro ultra-sônico Windsonic 2D (Gill Instruments), com sensibilidade entre 0 e 60 m s⁻¹, com resolução de 0,01 m s⁻¹. Todos os registros foram gerenciados e armazenados por sistema de aquisição de dados multicanais CR10 (Campbell Scientific).

4 Resultados e Discussão

4.1 Controle da temperatura

Nas Figuras 2 e 3 estão os gráficos mostrando a variação da temperatura do globo negro e a temperatura do ar do galpão no período em que as aves ali permaneceram. A temperatura de globo permaneceu na faixa de 17 a 32,7 °C, exceto no dia da aplicação do estresse térmico, quando foi registrado o maior pico de temperatura (38, 2°C), enquanto a temperatura do ar variou de 16, 6 e 30,9 °C.

De acordo com o recomendado no manual de manejo de frangos de corte da Cobb (MANUAL, 2008), a temperatura deve estar entre 29 a 33 °C para os pintinhos até os 7 dias de vida, entre 27 e 28 °C aos 14 dias, de 24 a 26 °C aos 21 dias, 19 a 21 °C aos 35 dias e 18 °C aos 42 dias. Já Macari et al. (2002) preconizam o uso de 32 °C entre 5 a 7 dias de criação, 30 °C de 8 a 14 dias, 26 °C de 15 a 21 dias, 22 °C de 29 a 35 dias e 21 a 18 °C de 36 dias até ao abate. Os resultados obtidos estão dentro da faixa de valores propostos pelos autores durante o período de criação, exceto no período de aplicação do termocondicionamento (5º dia) para os tratamentos T2 e T4, e para todos os tratamentos durante o estresse térmico (36º dia).

A umidade relativa do ar durante o período (Figura 4) foi mantida entre 31,2 a 93,9%, atingindo valores mínimos no dia da aplicação do estresse térmico devido ao desligamento do sistema de resfriamento adiabático evaporativo para possibilitar o alcance da temperatura pretendida. De acordo com o manual de manejo de frangos de corte da Cobb (MANUAL, 2008), a umidade relativa do ar deve estar entre 40 a 60% para os pintinhos até os 7 dias de vida, entre 50 a 60% aos 21 dias e entre 50 a 70% dos 35 dias em diante. Para Macari et al. (2002), a umidade relativa deve sempre estar entre 50 e 75%. Neste experimento, os resultados extrapolaram os valores propostos pelos autores devido à utilização do sistema adiabático evaporativo para controle da temperatura. Dessa forma, a umidade atingiu valores próximos a 100% nos períodos que a temperatura ambiente se encontrava mais alta que o pretendido devido ao acionamento do sistema. Da mesma forma, valores mínimos de umidade relativa foram encontrados no período da aplicação do estresse térmico devido à não utilização do sistema com o intuito de alcançar 36 °C.

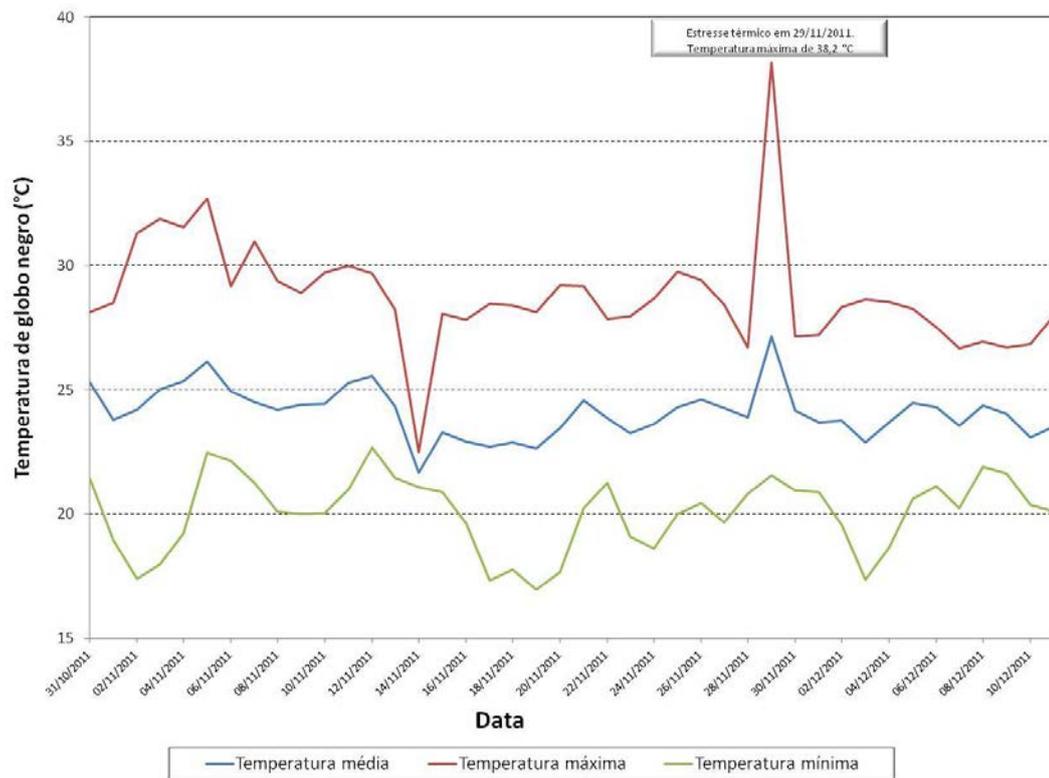


Figura 2 – Variação de temperatura de globo negro durante a permanência das aves no galpão (6° ao 48° dia)

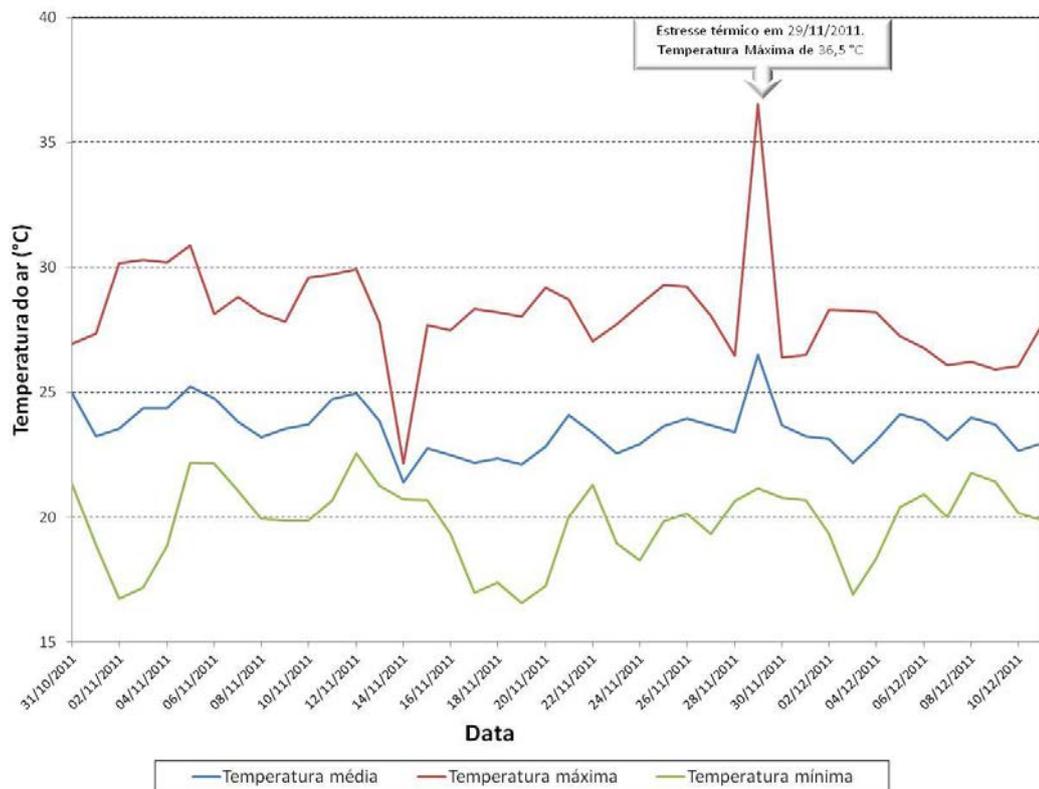


Figura 3 – Variação de temperatura do ar durante a permanência das aves no galpão (6° ao 48° dia)

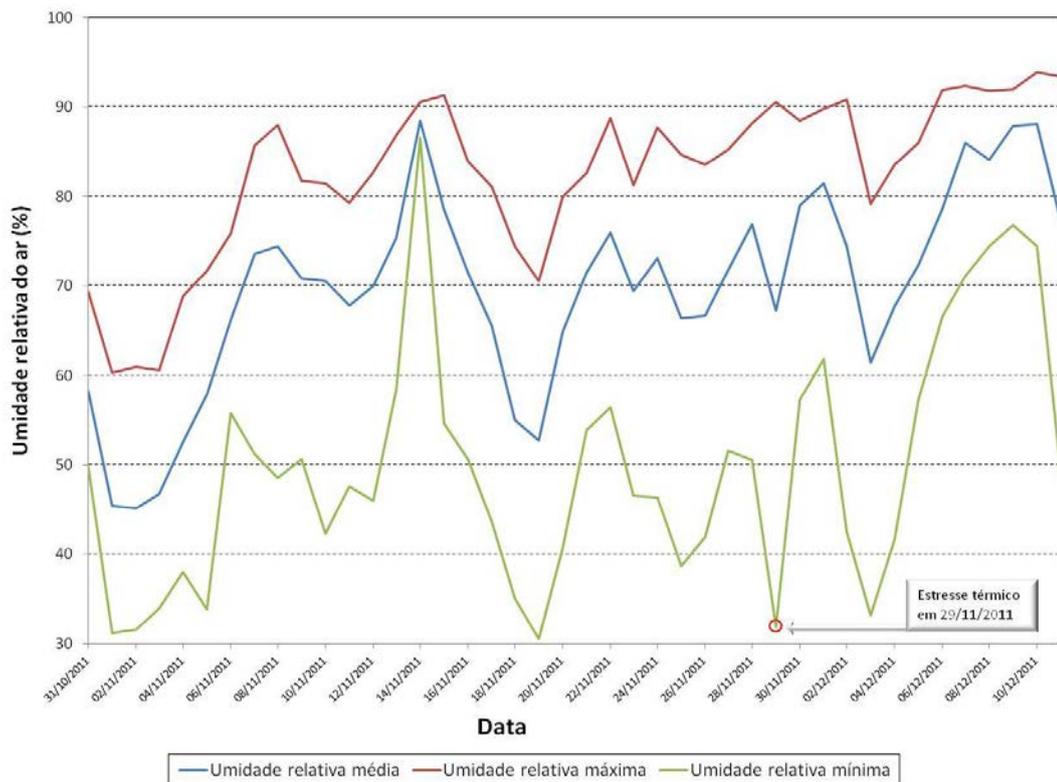


Figura 4 – Variação de umidade relativa (UR) durante a permanência das aves no galpão (6° ao 48° dia)

A monitoração da temperatura durante o termocondicionamento realizado no 5° dia de vida dos pintinhos está apresentada nas Figuras 5 e 6. Em média, a temperatura do ar permaneceu durante as 24 h em $33,4 \pm 0,9$ °C. e a temperatura média de globo negro foi de $34,9 \pm 0,7$ °C. Os valores médios de temperatura alcançados foram muito próximos aos preconizados como ideias (MANUAL, 2008; MACARI, 2002), o que poderia representar uma falha na aplicação da técnica.

Durante o estresse térmico (Figuras 7 e 8), a média da temperatura de globo negro foi de $34,6 \pm 0,6$ °C, a mínima de $32,6 \pm 0,6$ °C e a máxima de $36,7 \pm 0,6$ °C e a temperatura média do ar foi de $34,1 \pm 0,8$ °C, a mínima de $33,0 \pm 0,9$ °C e a máxima de $35,0 \pm 0,9$ °C. A submissão das aves a essas condições demonstra o sucesso da realização do estresse térmico durante o experimento devido às temperaturas atingidas serem superiores ao proposto por Manual (2008), Macari et al. (2002) e Tinôco (2001).

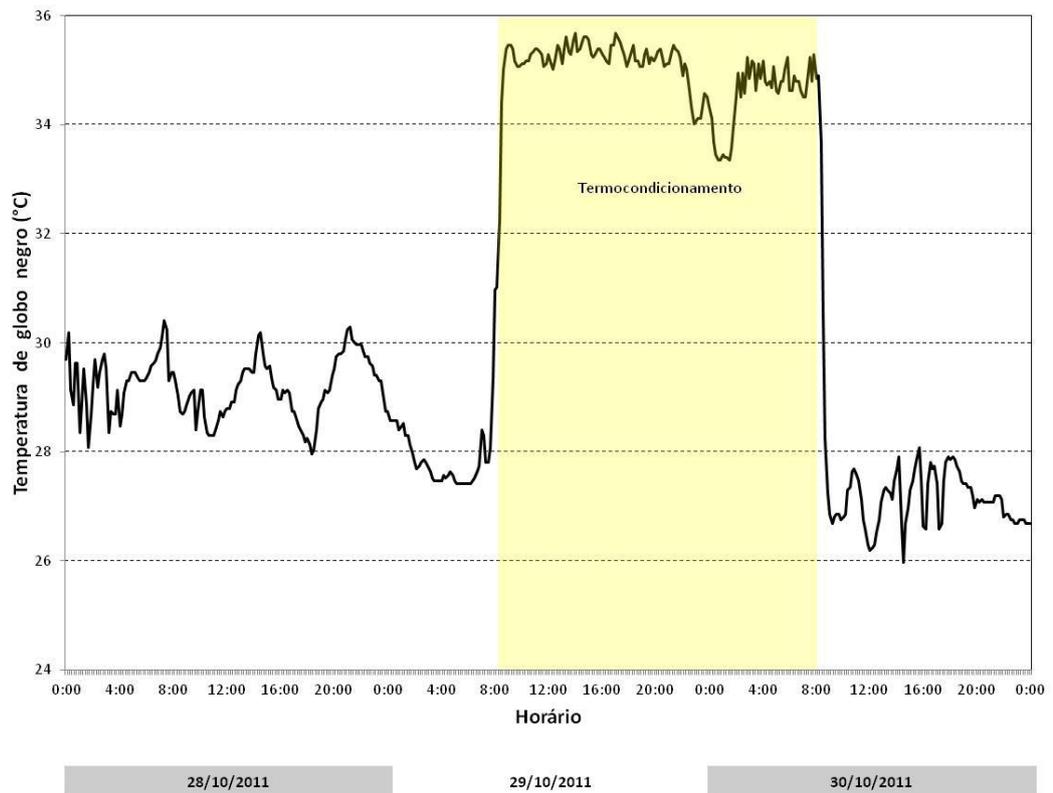


Figura 5 – Variação da temperatura de globo negro antes, durante e após o termocondicionamento

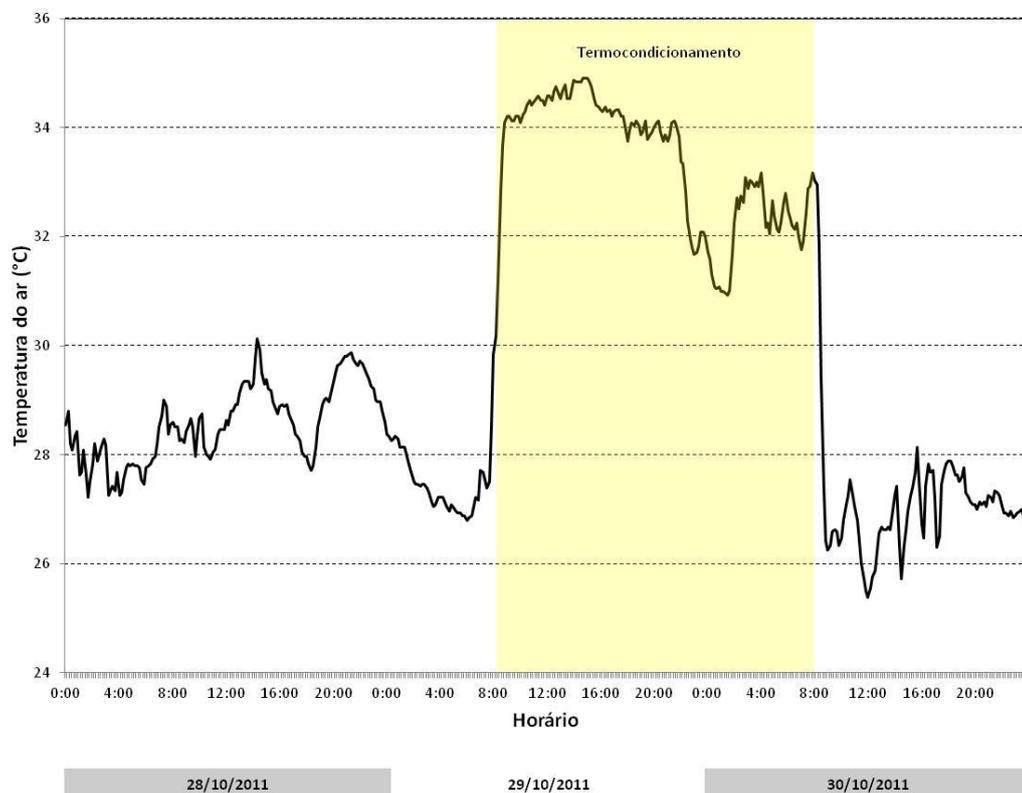


Figura 6 – Variação da temperatura do ar antes, durante e após o termocondicionamento

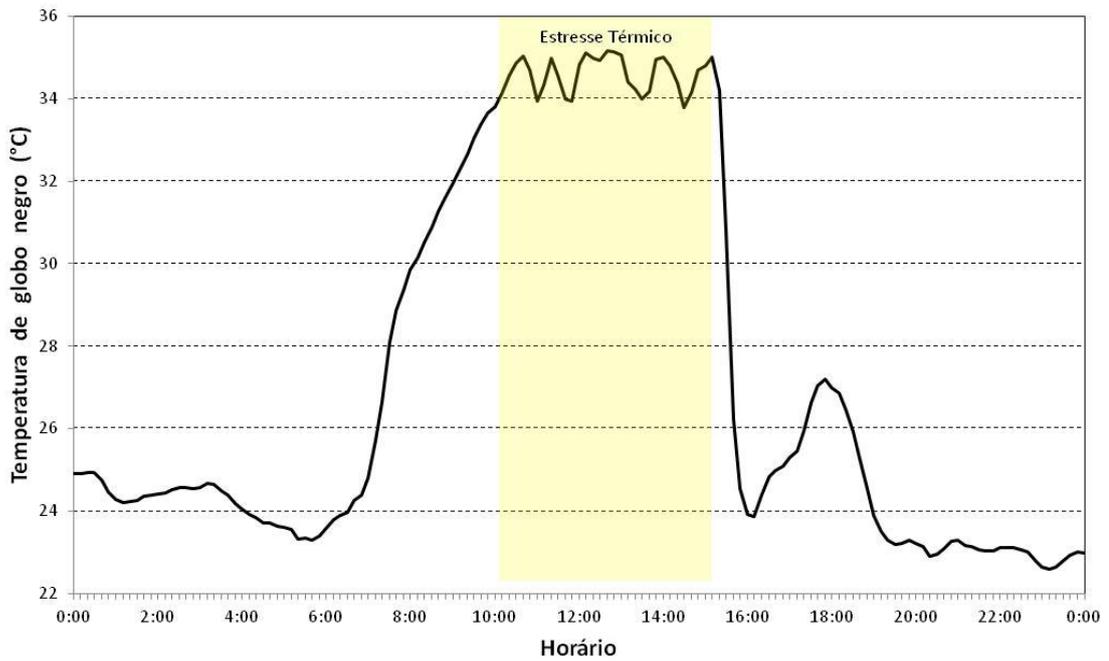


Figura 7 – Variação da temperatura de globo negro no dia do estresse térmico

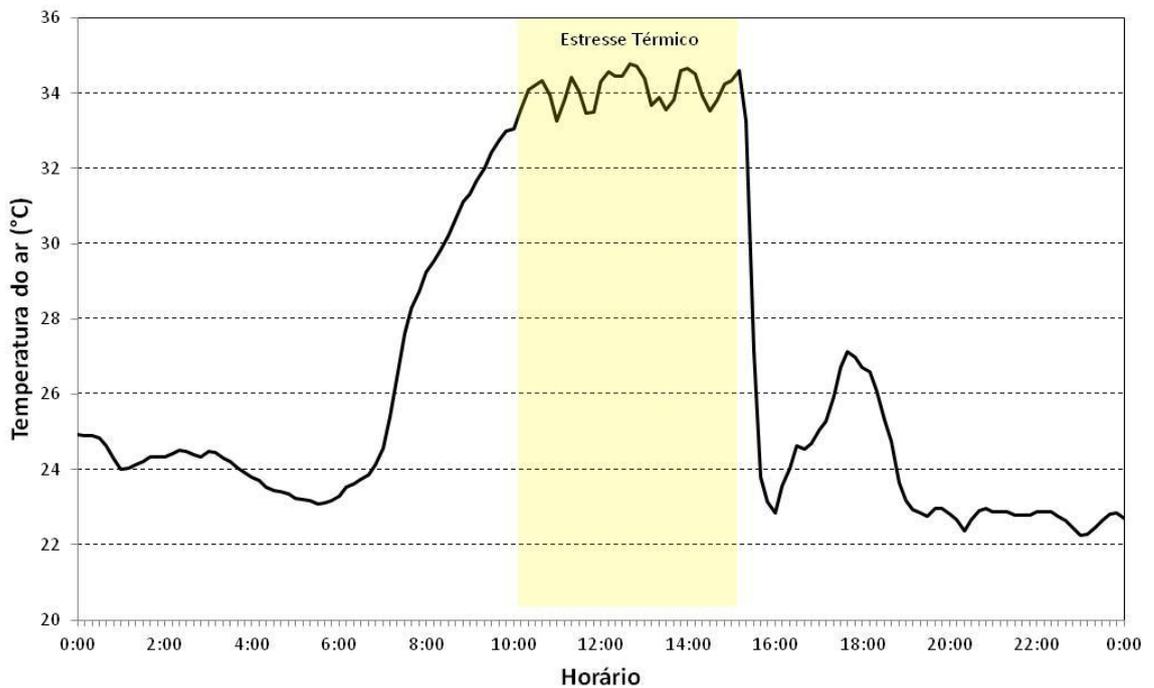


Figura 8 – Variação da temperatura do ar no dia do estresse térmico

4.2 Desempenho zootécnico e taxa de mortalidade

Os resultados das variáveis peso, ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar encontram-se nas Tabelas 2 e 3. Não foi encontrada interação quando aplicados simultaneamente equilíbrio eletrolítico e termocondicionamento para as variáveis de desempenho.

No período de 1 a 7 dias, o equilíbrio eletrolítico exerceu influência altamente significativa para o consumo de ração e conversão alimentar. Da mesma forma, o EE também apresentou influência altamente significativa sobre a conversão alimentar de 8 a 35 dias e influência significativa no ganho de peso no mesmo período, apresentando, ainda, efeito significativo sobre o consumo de ração e a conversão alimentar de 36 a 48 dias. Isso provavelmente se deveu ao efeito benéfico do equilíbrio eletrolítico na manutenção da homeostasia durante o estresse térmico (AHMAD, 2006; BORGES, 2004), evitando a espoliação energética e, assim, propiciando a melhoria do desempenho das aves.

Diferente do esperado, o termocondicionamento não exerceu influência sobre nenhuma das variáveis de desempenho em nenhum dos períodos avaliados. Conforme descrito na literatura, esperava que, após o termocondicionamento as aves a ele submetidas apresentem redução do peso devido ao estresse sofrido e, em seguida, redução da conversão alimentar em decorrência do ganho compensatório (YAHAV; McMURTRY, 2001; YAHAV; PLAVNIK, 1999). Esse efeito pode não ter sido observado devido à realização da pesagem ter sido realizada 24 horas após o termocondicionamento, o que proporcionaria às aves tempo para se recuperarem. Outra possível causa seria que a temperatura a que as aves foram submetidas (± 34 °C) não tenha sido suficiente para proporcionar o termocondicionamento de fato, pois as aves teriam permanecido dentro da faixa de conforto térmico ou se adaptado às altas temperaturas regionais. Os resultados de Arjona et al. (1990) concordam com os resultados obtidos, ou seja, sem diferença para GP, CR e CA nas aves que sofreram termocondicionamento no 5º dia de vida em relação ao grupo controle. De acordo com os resultados de Yahav e McMurtry (2001), aves submetidas à técnica de TC aos 3 dias de idade apresentaram maior peso corporal, diferente dos resultados obtidos nesse experimento.

Na avaliação dos períodos acumulados (Tabelas 4 e 5), observou-se influência do equilíbrio eletrolítico sobre o GP e CA no período de 1 a 35 dias.

Porém, para o período de 1 a 48 dias, não foram observadas diferenças para nenhuma das variáveis, sugerindo não haver perdas ou acréscimos no desempenho, provocadas pela aplicação da técnica durante o período de criação, corroborando com os resultados obtidos para a variável “peso no dia”, para a qual o EE apresentou significância no 35º dia de idade das aves. Porém, no 48º dia, não foram observadas diferenças estatísticas significativas para essa variável. No estudo conduzido por El-Moniary (2010), foi encontrado resultado favorável ao condicionamento térmico inicial pelo aumento do peso final e aumento do GP das aves aos 42 dias, em comparação ao grupo no qual o condicionamento não foi aplicado.

Tabela 2 - 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

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	1 a 7 dias			8 a 35 dias			36 a 48 dias		
		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 (EE)	1	0,0001 ^{NS}	0,0010**	0,1625**	0,0269*	0,0006 ^{NS}	0,0171**	0,0011 ^{NS}	3,1726*	1,4113*
Termocondicionamento (TC)	1	0,0002 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	0,0211 ^{NS}	0,0101 ^{NS}	0,0225 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	0,0012 ^{NS}	0,0141 ^{NS}	0,0339 ^{NS}
Interação (EE) x (TC)	1	0,0001 ^{NS}	0,0004 ^{NS}	0,0133 ^{NS}	0,0049 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	0,0030 ^{NS}	0,0015 ^{NS}	0,2057 ^{NS}	0,1262 ^{NS}
Blocos	5	0,0004**	0,0004*	0,0416*	0,0148*	0,0259 ^{NS}	0,0047 ^{NS}	0,0222 ^{NS}	0,4901 ^{NS}	0,1859 ^{NS}
Resíduos	15	0,0001	0,0001	0,0125	0,0039	0,0099	0,002	0,0218	0,4644	0,2722
CV (%)		9,14	7,98	8,52	2,99	3,15	2,94	11,55	18,30	17,82

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

TRATAMENTO	1 a 7 dias			8 a 35 dias			36 a 48 dias		
	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 (EE)									
Ausente (EE ₀)	0,09	0,13a	1,39a	2,13a	3,15	1,48b	1,29	4,09 ^a	3,17 ^a
Presente (EE ₁)	0,10	0,12b	1,23b	2,06b	3,16	1,54 ^a	1,27	3,36b	2,69b
Termocondicionamento (TC)									
Ausente (TC ₀)	0,10	0,13	1,28	2,11	3,19	1,51	1,27	3,75	2,97
Presente (TC ₁)	0,09	0,12	1,34	2,07	3,13	1,51	1,29	3,70	2,89

EE₀ – sem equilíbrio eletrolítico, EE₁ – com equilíbrio eletrolítico, TC₀ – sem termocondicionamento, TC₁ – com termocondicionamento. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, dentro de cada tratamento, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); (1): dados ponderados.

Tabela 4 - 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

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	1 a 35 dias			1 a 48 dias			Peso no dia		
		GP ⁽²⁾ (kg/ave)	CR ^{(1);(2)} (kg)	CA ^{(1);(2)}	GP ⁽²⁾ (kg/ave)	CR ^{(1);(2)} (kg)	CA ^{(1);(2)}	7	35	48
Equilíbrio Eletrolítico (EE)	1	0,0252*	0,0000 ^{NS}	0,0108*	0,0366 ^{NS}	0,0279 ^{NS}	0,0014 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	0,0249*	0,0366 ^{NS}
Termocondicionamento (TC)	1	0,0128 ^{NS}	0,0218 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0062 ^{NS}	0,0025 ^{NS}	0,0029 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,0129 ^{NS}	0,0062 ^{NS}
Interação (EE) x (TC)	1	0,0059 ^{NS}	0,0013 ^{NS}	0,0017 ^{NS}	0,0134 ^{NS}	0,0211 ^{NS}	0,0096 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,0060 ^{NS}	0,0133 ^{NS}
Blocos	5	0,0196*	0,0248 ^{NS}	0,0060*	0,0586 ^{NS}	0,2545 ^{NS}	0,0148 ^{NS}	0,0004**	0,0196*	0,0585 ^{NS}
Resíduos	15	0,0045	0,0098	0,0018	0,0287	0,0240	0,0077	0,0001	0,0045	0,0287
CV (%)		3,05	3,04	2,84	4,88	5,23	5,24	6,40	3,00	4,82

GL: graus de liberdade; *: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$); NS: não significativo ($p > 0,05$); ⁽¹⁾: dados ponderados; ⁽²⁾: acumulado; CV: coeficiente de variação.

Tabela 5 - Médias do ganho de peso (GP), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA), peso e taxa de mortalidade acumuladas, por períodos, para frangos de corte, segundo os tratamentos

TRATAMENTO	1 a 35 dias			1 a 48 dias			Peso no dia		
	GP ⁽²⁾ (kg/ave)	CR ^{(1);(2)} (kg)	CA ^{(1);(2)}	GP ⁽²⁾ (kg/ave)	CR ^{(1);(2)} (kg)	CA ^{(1);(2)}	7	35	48
Equilíbrio Eletrolítico (EE)									
Ausente (EE ₀)	2,22a	3,26	1,47b	3,51	5,85	1,67	0,13	2,26 ^a	3,55
Presente (EE ₁)	2,16b	3,26	1,51a	3,43	5,78	1,68	0,14	2,20b	3,47
Termocondicionamento (TC)									
Ausente (TC ₀)	2,21	3,29	1,49	3,48	5,8	1,67	0,14	2,25	3,53
Presente (TC ₁)	2,17	3,23	1,49	3,45	5,82	1,69	0,13	2,21	3,49

EE₀ – sem equilíbrio eletrolítico, EE₁ – com equilíbrio eletrolítico, TC₀ – sem termocondicionamento, TC₁ – com termocondicionamento. Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, dentro de cada tratamento, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); ⁽¹⁾: dados ponderados.

Os resultados mostraram que houve um efeito favorável da aplicação das técnicas termocondicionamento e equilíbrio eletrolítico sobre a taxa de mortalidade. Ainda, observou-se amplificação do efeito quando as técnicas foram utilizadas simultaneamente (Figura 9), mesmo não tendo sido encontrada interação significativa entre elas. Provavelmente isso tenha ocorrido devido ao suporte fisiológico fornecido pelos tratamentos, propiciando aos animais condições de responderem ao estresse sem atingirem a exaustão e, conseqüentemente, virem a óbito.

A redução da mortalidade encontrada durante o estresse térmico corrobora com os resultados encontrados na literatura, em que os pesquisadores utilizaram diferentes formas de suplementação de eletrólitos, tanto na ração quanto na água (BENTON et al., 1998; BORGES et al., 1999; SOUZA et al., 2002; BORGES et al., 2003), bem como quanto à submissão das aves ao termocondicionamento precoce (YAHAV; PLAVNIK, 1999; YAHAV; McMURTY, 2001; EL-MONIARY et al., 2010).

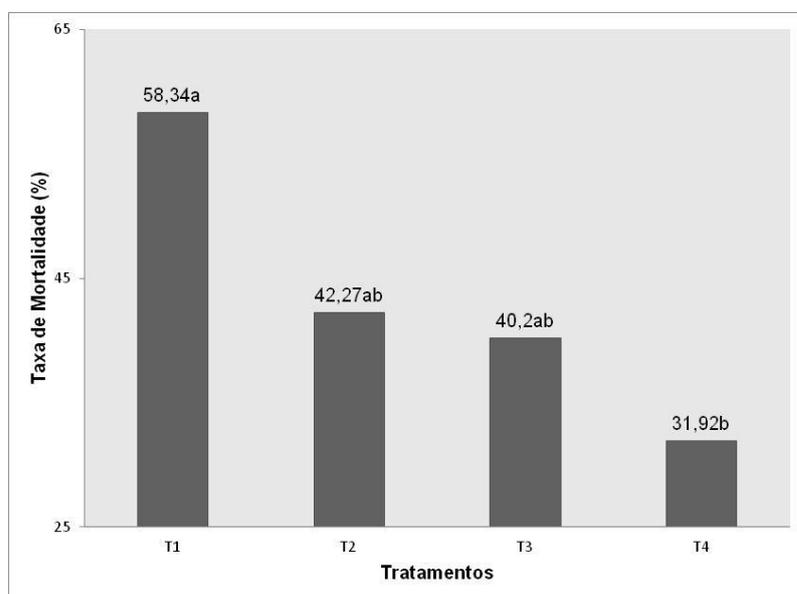


Figura 9 – Mortalidade de frangos submetidos a diferentes tratamentos após estresse térmico agudo. T1 – sem EE sem TC; T2 – sem EE com TC; T3 – com EE sem TC; T4 – com EE com TC. Dados transformados. Letras diferentes indicam diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,05$)

4.3 Características de carcaça

O resultados do peso das aves no abate, peso de carcaça, peso de gordura cavitária e rendimento de carcaça encontram-se nas Tabelas 6 e 7. Não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis citadas, evidenciando que a aplicação das técnicas não acarreta em perdas econômicas em relação à quantidade de carne produzida, nem excesso de gordura cavitária.

Diferente do obtido neste estudo, Mushtaq et al. (2015) verificaram aumento de peso corporal e redução da gordura cavitária com aplicação de níveis crescentes de Na na dieta de frangos de corte criados por 28 dias em condições de verão subtropical.

Tabela 6 - Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para peso das aves, peso da carcaça, peso da gordura e rendimento de carcaça para frangos de corte

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	Peso das Aves	Carcaça	Gordura	Rendimento de Carcaça (%)
		(kg)			
Equilíbrio Eletrolítico (EE)	1	0,0184 ^{NS}	0,0232 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	1,4357 ^{NS}
Termocondicionamento (TC)	1	0,0277 ^{NS}	0,0294 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	1,2650 ^{NS}
Interação (EE) x (TC)	1	0,0014 ^{NS}	0,0015 ^{NS}	0,0002 ^{NS}	0,1650 ^{NS}
Blocos	5	0,0652 ^{NS}	0,0396 ^{NS}	0,0004 ^{NS}	0,6922 ^{NS}
Resíduos	15	0,0407	0,0264	0,0003	0,6851
CV (%)		5,31	5,60	29,58	1,08

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

Tabela 7 - Média do peso das aves, peso da carcaça, peso da gordura e rendimento da carcaça para frangos de corte, segundo os tratamentos

TRATAMENTO	Peso das Aves	Carcaça	Gordura	Rendimento de Carcaça (%)
	(kg)			
Equilíbrio Eletrolítico (EE)				
Ausente (EE ₀)	3,83	2,93	0,06	76,56
Presente (EE ₁)	3,77	2,87	0,06	76,07
Termocondicionamento (TC)				
Ausente (TC ₀)	3,83	2,87	0,06	76,08
Presente (TC ₁)	3,77	2,94	0,06	76,54

EE₀ – sem equilíbrio eletrolítico, EE₁ – com equilíbrio eletrolítico, TC₀ – sem termocondicionamento, TC₁ – com termocondicionamento.

Os pesos das vísceras coração e fígado e suas relações com o peso da carcaça encontram-se nas Tabelas 8 e 9. Verificou-se influência significativa do EE sobre a relação entre os pesos do coração e da carcaça. Ainda, quanto ao peso do coração e à relação entre o peso do fígado e o peso da carcaça, encontrou-se interação na aplicação de EE e TC, por isso foram realizados os desdobramentos estatísticos presentes nas Tabelas 10 e 11.

As aves submetidas a ambas as técnicas, TC e formulação considerando o equilíbrio eletrolítico, apresentaram maior peso de coração, provavelmente devido ao aumento do esforço cardíaco em decorrência do aumento do aporte energético muscular causado pela hiperventilação, conforme também observou Furlan (2001) em frangos expostos a temperaturas acima da zona de conforto térmico durante a criação e abatidos aos 42 dias de idade.

Tabela 8 - Quadrados médios das análises de variância e níveis de significância para os pesos absolutos e relativos do coração e do fígado para frangos de corte

CAUSA DE VARIAÇÃO	GL	Pe,so Coração (kg)	Relação Peso Coração/ Peso Carcaça (%)	Peso Fígado (kg)	Relação Peso Fígado / Peso Carcaça (%)
Equilíbrio Eletrolítico (EE)	1	0,0000*	0,0434*	0,0000 ^{NS}	0,726*
Termocondicionamento (TC)	1	0,0000 ^{NS}	0,0074 ^{NS}	0,0001*	0,0600 ^{NS}
Interação (EE) x (TC)	1	0,0000*	0,0308 ^{NS}	0,0001 ^{NS}	0,1040*
Blocos	5	0,0000 ^{NS}	0,0026 ^{NS}	0,0000 ^{NS}	0,0385 ^{NS}
Resíduos	15	0,000	0,0080	0,0000	0,0157
CV (%)		11,58	12,91	8,65	6,66

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

Tabela 9 - Média do peso das aves, peso da carcaça, peso da gordura e rendimento da carcaça para frangos de corte segundo os tratamentos

TRATAMENTO	Relação Peso Coração/ Peso Carcaça (%)	Peso Fígado (kg)
Equilíbrio Eletrolítico (EE)		
Ausente (EE ₀)	0,6483	0,0538
Presente (EE ₁)	0,7333	0,0558
Termocondicionamento (TC)		
Ausente (TC ₀)	0,6733	0,0527
Presente (TC ₁)	0,71	0,057

EE₀ – sem equilíbrio eletrolítico, EE₁ – com equilíbrio eletrolítico, TC₀ – sem termocondicionamento, TC₁ – com termocondicionamento.

Yan et al. (2008), em experimento onde frangos de corte foram expostos ao estresse térmico agudo por 6 h, observou ligeiro aumento nas fibras musculares do miocárdio e aumento dos espaços intracelulares no coração. Nesse mesmo estudo, os autores observaram desorganização dos cordões de hepatócitos e aumento das células, degeneração e necrose no fígado. Esses achados poderiam justificar as alterações cardíacas e hepáticas encontradas neste experimento, porém, não foram realizadas análises desse caráter no presente trabalho.

Tabela 10 – Médias do peso do coração (kg) obtidas no desdobramento da interação entre termocondicionamento (TC) e equilíbrio eletrolítico (EE) para frangos de corte

TRATAMENTO	Equilíbrio Eletrolítico Ausente (EE ₀)	Equilíbrio Eletrolítico Presente (EE ₁)
Termocondicionamento Ausente (TC ₀)	0,0195aA	0,0195aA
Termocondicionamento Presente (TC ₁)	0,0188aA	0,023bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

Tabela 11 – Médias da relação peso do fígado (kg) sobre o peso da carcaça (kg) obtidas no desdobramento da interação entre termocondicionamento (TC) e equilíbrio eletrolítico (EE) para frangos de corte

TRATAMENTO	Equilíbrio Eletrolítico Ausente (EE ₀)	Equilíbrio Eletrolítico Presente (EE ₁)
Termocondicionamento Ausente (TC ₀)	1,84aA	1,82aA
Termocondicionamento Presente (TC ₁)	1,81aA	2,05bB

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e pela mesma letra maiúscula nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$).

As diferenças encontradas no peso do coração e na relação peso do fígado/peso da carcaça no tratamento onde foram aplicados o termocondicionamento e a relação eletrolítica podem ser decorrentes de alterações no metabolismo dessas aves em resposta ao estresse térmico. No entanto, apenas as variáveis anatômicas avaliadas não permitem fazer essa afirmação. Portanto, sugere-se a realização de estudos complementares sobre a influência de TC e EE no metabolismo de aves expostas ao estresse térmico agudo onde sejam pesquisados aspectos bioquímicos e histológicos que permitam elucidar os achados do presente estudo e fornecer dados concludentes a respeito da aplicação das técnicas na criação de frangos de corte.

5 Conclusão

Ambas as técnicas, condicionamento térmico e formulação baseada no equilíbrio eletrolítico, foram eficazes em minimizar os efeitos do calor sobre a mortalidade de frangos de corte, sem prejudicar o desempenho das aves a elas submetidas.

6 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.

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

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

BERTECHINI, A. G., ROSTAGNO, H.S., SOARES, P.R., OLIVEIRA, A.I.G. Efeitos de programas de alimentação e níveis de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frango de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 20, n. 3, p. 267-280, 1991.

BORGES, S.A.; ARIKI, J.; MARTINS, C.L.; MORAES, V.M.B. Suplementação de cloreto de potássio para frangos de corte submetidos a estresse calórico. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 28, p. 313-319, 1999.

BORGES, S.A.; FISCHER SILVA, A.V.; MAJORKA, A.; HOOGE, D.M. and CUMMINGS, K.R. Physiological Responses of Broiler ton Heat Stress and Dietary Electrolyte Balance (Sodium Plus Potassium Minus Chloride, Milliequivalents Per Kilogram). **Poultry Science**. p. 1551 – 1558, 2004

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Aves**. Brasília, 2015. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>>. Acesso em 30 de junho de 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.1296-1309, 2009.

BUTCHER, G.D.; MILES, R. Heat stress management in broilers. Institute of

Food and Agricultural Sciences, VM 65, University of Florida, 1996.

CAMPOS, E.J. Alternativas na alimentação de frangos de corte face ao desenvolvimento genético e métodos de criação. In: I Seminário Técnico sobre manejo, nutrição e doenças das aves. Belo horizonte. **Anais...**, MG, 1982. p.37-52.

COHEN, I.; HURWITZ, S.; BAR, A. Acid-base balance and sodium to chloride ratio in diets of laying hens. **Journal of Nutrition**, v. 102, p. 1-8, 1972.

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.

FURLAN, R.L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: **VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura**, Chapecó, Anais...,SC, 2006. p.104-135.

FURLAN, R.L.;CARVALHO, N.C.; MALHEIROS E.B.; MACARI, M. Efeito da restrição alimentar inicial e da temperatura ambiente sobre o desenvolvimento de vísceras e ganho compensatório em frangos de corte, **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. vol.53 no.4 Belo Horizonte, 2001.

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) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/94697>>. Acesso em 30 de junho de 2015.

GARCIA-NETO, M. Programa Prático para Formulação de Rações / Frangos de Corte PPR / Tabelas brasileiras 2011. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/ppfrparaexcel2007ousuperior>>. Acesso em 30 de junho de 2015.

JUDICE, J.P.M.; BERTECHINI, A.G.; MUNIZ, J.A. et al. Balanço cátiônico das rações e manejo alimentar para poedeiras de segundo ciclo. Lavras. **Ciência Agrotécnica**, v.26, n.3, p.598-609, 2002.

LEWIS, K.; LEITL, G.; HEINE, M. Influence of dietary potassium and sodium/potassium molar ratios on the development of salt hypertension. **The Journal of Experimental Medicine**, v. 136, p. 318-330, 1972.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP/ UNESP, 2002. 375 p. In: SCHÜTZ, E.S. Variabilidade do ambiente térmico em galpão para frangos de corte e sua influência nas respostas fisiológicas e comportamento das aves. 2011. 72 f. Dissertação (mestrado em Ciência animal) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Veterinária, 2011.

MACARI, M. et al. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. In: 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.1296-1309,2009.

MANUAL de manejo de frangos de corte. 2008. Disponível em: <<http://wp.ufpel.edu.br/avicultura/files/2012/04/Cobb-Manual-Frango-Corte-BR.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 40, p. 285-294, 1981.

MONGIN, P.; SAUVEUR. B. Interrelationships between mineral nutrition, acid-base balance, growth and cartilage abnormalities. In: Growth and Poultry Meat Production, 1977, Edinburgh. **Proceedings of British Poultry Science**, v.56, n.12, p. 235-247, 1977.

MOREIRA, J. Causas da ocorrência de carne PSE em frangos de corte e como controlá-las. In: IV Seminário Internacional de Aves e Suínos – Avesui 2005 Qualidade da Carne de Aves: Enfoque à Industrialização 11,12 e 13 de maio de 2005 – Florianópolis – SC, p. 71-118.

MUSHTAQ, P.; SARWAR, M.; NAWAZ, H.; ASLAM MIRZA, N.; AHMAD, T. Effect and Interactions of Dietary Sodium and Chloride on Broiler Starter

Performance (Hatching to Twenty-Eight Days of Age) Under Subtropical Summer Conditions, **Poultry Science**, v.84,p.1716–1722, 2005

OLIVEIRA, E.C.O.; MURAKAMI, A.E.; FRANCO, J.R.G.; CELLA, P.S.; SOUZA, L.M.G. Efeito do balanço eletrolítico e subprodutos avícolas no desempenho de frangos de corte na fase inicial (1-21 dias de idade). **Acta Scientiarum Animal Sciences**., v. 25, p. 293-299, 2003.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Poultry and products semi-annual Brazil**, 2014. Disponível em <http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Poultry%20and%20Products%20Semi-annual_Brasilia_Brazil_2-20-2015.pdf>. Acesso em: 30 de junho de 2015.

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**. Viçosa: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas**. Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994. p. 99-110.

SALGADO, D.D.; NÄÄS, I.A. Avaliação de risco à produção de frango de corte no estado de São Paulo em função da temperatura ambiente. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.367-376, 2010

SANDERCOCK, D.A.; HUNTER, R.R.; NUTE, G.R.; MITCHEL, M.A.; HOCKING, P.M. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, Ithaca, v.80, p.418-425, 2001.

SANTOS, C.C.. Mecanismos adaptativos em frangos submetidos a estresse térmico agudo pré abate e suas implicações na funcionalidade protéica muscular. 2007. 58 f. Dissertação - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Piracicaba, 2007.

SAVEUR, B.; MONGIN, P. Interrelationships between dietary concentrations of sodium, potassium and chloride in laying hens. **Brazilian Poultry Science**, v.19, p. 475-485, 1978.

SOUZA, B.B.; BERTECHINI, A.G.; TEIXEIRA, A.S.; LIMA, J.A.F.; FREITAS, R.T.F. Efeito da suplementação de cloreto de potássio na dieta sobre o equilíbrio ácido-básico e o desempenho de frangos de corte no verão. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 26, p. 1297-1304, 2002.

TALBOT, C.J. Sodium, potassium and chloride imbalance in broiler diets. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 37, p. 53^A, 1978.

TEETER, R.G.; SMITH, M.O.; OWENS, F.N.; ARP, S.C.; SANGIAH, S.; BREAZILE, J.E. Chronic heat stress and respiratory alkalosis: occurrence and treatment in broiler chicks. **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://abpa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL.pdf>.

WALDROUP, P.W. Nutrient requirements of broilers. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos, Viçosa, **Anais...**, MG, 1996. p.55-63.

WOELFEL, R. L.; OWENS, C. M ; HIRSCHLER, E. M.; MARTINEZ-DAWSON, R.; SAMS, A. R. The Characterization and Incidence of Pale, Soft, and Exudative Broiler Meat in a Commercial Processing Plant. **Poultry Science**, v. 81, p.579-584, 2002.

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, p.1662-1666, 2001.

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

YAN, J.; BAO, E.; YU, J. Heat shock protein 60 expression in heart, liver na kidney of broiler exposed to high temperature. **Research in Veterinary Science**. v.86, p. 533-538, 2008.

ANEXOS

ANEXO A – CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS APROVANDO ESTE EXPERIMENTO



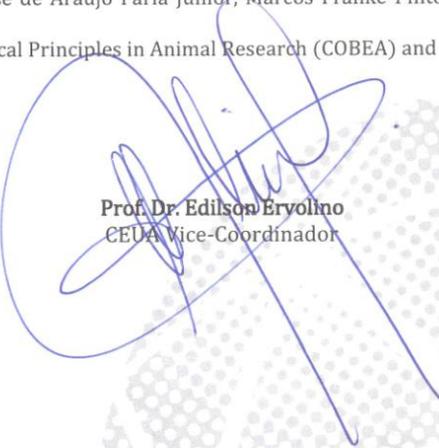
Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA)
Committee for Ethical Use of Animals (CEUA)

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 electrolytic 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 Eryolino
CEUA Vice-Coordenador