

**KELLE PARDIM DE OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPERATURAS E NÍVEIS DE ENERGIA  
METABOLIZÁVEL NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE  
FINAL DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2015

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

O48i  
2015  
Oliveira, Kelle Pardim de, 1988-  
Influência de diferentes temperaturas e níveis de energia  
metabolizável no desempenho de frangos de corte na fase final  
de criação / Kelle Pardim de Oliveira. – Viçosa, MG, 2015.  
ix, 48f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Cecília de Fátima Souza.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Frangos de corte - Criação. 2. Frango de corte -  
Alimentação e rações. 3. Frango de corte - Efeito da temperatura.  
4. Frango de corte - Metabolismo energético. I. Universidade  
Federal de Viçosa. Departamento de Engenharia Agrícola.  
Mestrado em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 636.513

**KELLE PARDIM DE OLIVEIRA**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TEMPERATURAS E NÍVEIS DE ENERGIA  
METABOLIZÁVEL NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE  
FINAL DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 23 de julho de 2015.

---

Luiz Fernando Teixeira Albino  
(Coorientador)

---

Sandra Regina Pires de Moraes

---

Cecília de Fátima Souza Ferreira  
(Orientadora)

À Deus, que iluminou meu caminho durante esta trajetória.

Aos meus amados pais, Arlete Dias Pardim de Oliveira e Paulo Afonso de Oliveira, que são o meu mundo, sempre me incentivando e ajudando a seguir em frente vencendo os desafios da vida, e que também não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

A minha irmã Tatielih Pardim de Oliveira Xavier que sempre me incentivou a estudar e a batalhar por meus sonhos.

Vocês foram fundamentais nesta nova fase da minha vida, sempre me incentivando e apoiando nos momentos de dificuldade.

**AMO MUITO VOCÊS!**

Dedico!

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, por todas as bênçãos em minha vida.

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Cecilia de Fatima Souza, pela paciência na orientação e incentivo durante todo o tempo que dediquei à realização deste trabalho.

A Prof<sup>a</sup>. Ilda de Fatima Ferreira Tinôco por todo apoio na realização deste projeto, que mesmo distante esteve sempre presente quando eu precisava.

Aos Profs. Luiz Fernando Teixeira Albino, Paulo Roberto Cecon, Fernando Costa Baêta e Nelson Carneiro Baião, pelas sugestões e ajuda na realização do experimento.

A Prof<sup>a</sup> Sandra Regina Pires de Moraes pela amizade, carinho, conselhos e que mesmo distante esteve sempre presente.

Ao meu amigo e companheiro de experimento Carlos, que dividiu as alegrias e tristezas durante esta fase.

Aos meus amigos Márcia, Diogo, Fatinha, Felipe, Monique, Fabiano, Tatiany, Fernandinha, Múcio, Jadson, Patrícia e Pedro pela amizade, carinho, ajuda no decorrer do experimento e pelos momentos de distração.

Aos funcionários do aviário da Zootecnia, em especial ao Zé Lino pela disponibilidade e ajuda durante meu experimento.

À Universidade Federal de Viçosa, ao Departamento de Engenharia Agrícola e seus funcionários, e em especial ao Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO).

À empresa Pif Paf pelo apoio, em especial ao Ricardo (“In memoriam”) pelas valiosas sugestões e ajuda na realização do experimento.

Aos órgãos de fomento, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

Enfim, a todas as pessoas que contribuíram para a concretização desse sonho, OBRIGADA.

## **BIOGRAFIA**

KELLE PARDIM DE OLIVEIRA filha de Arlete Dias Pardim de Oliveira e Paulo Afonso de Oliveira, nasceu no dia 12 de novembro de 1988, em Ceres, Goiás, Brasil.

Em agosto de 2008 ingressou no curso de graduação em Engenharia Agrícola na Universidade Estadual de Goiás.

Em julho de 2013 submeteu-se à defesa de sua monografia intitulada “Avaliação do microclima em galpões avícolas sob cobertura de fibrocimento com e sem pintura reflexiva” sob a orientação da professora Sandra Regina Pires de Moraes, assim concluindo o curso de graduação em Engenharia Agrícola.

Em agosto de 2013 iniciou o curso de mestrado em Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, linha de pesquisa Construções Rurais e Ambiente.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT .....	viii
INTRODUÇÃO GERAL .....	1
REFERÊNCIAS.....	3
ARTIGO 1.....	5
Desempenho de frangos de corte na fase final de criação (21 a 42 dias de vida) submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável e a distintas temperaturas .....	5
RESUMO:.....	5
ABSTRACT: .....	7
1.1. INTRODUÇÃO .....	8
1.2. MATERIAL E MÉTODOS .....	9
1.2.1. Análises Estatísticas.....	13
1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
1.4. CONCLUSÕES .....	20
1.5. REFERÊNCIAS .....	20
ARTIGO 2.....	23
Respostas fisiológicas e características de carcaça de frangos de corte na fase final de criação (21 a 42 dias de vida) submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável e distintas temperaturas .....	23
RESUMO:.....	23
ABSTRACT: .....	25
2.1 INTRODUÇÃO .....	26
2.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	29
2.2.1 Análises Estatísticas.....	34
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	34
2.4 CONCLUSÕES .....	44
2.5 REFERÊNCIAS .....	44
ANEXO.....	48

## RESUMO

OLIVEIRA, Kelle Pardim de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, Julho de 2015. **Influência de diferentes temperaturas e de níveis de energia metabolizável no desempenho de frangos de corte na fase final de criação.** Orientador: Cecília de Fátima Souza. Coorientadores: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, Luiz Fernando Teixeira Albino, Paulo Roberto Cecon e Nelson Carneiro Baião.

Proporcionar as condições térmicas favoráveis para que os animais obtenham melhor aproveitamento dos nutrientes da ração é a principal meta a ser alcançada na avicultura moderna, visto que em situações de altas temperaturas as exigências nutricionais são modificadas. Então, torna-se necessário estabelecer um nível ótimo de energia metabolizável na dieta para que possa proporcionar melhor desempenho de aves submetidas a condições ambientais desfavoráveis. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o desempenho produtivo de frangos de corte em fase final de criação (21 à 42 dias de vida), submetidos a duas diferentes temperaturas (T1 = 25°C, dentro da zona termoneutra e T2 = 31°C, estresse cíclico por calor) e a quatro diferentes níveis de energia metabolizável (3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>) na dieta. Para cada temperatura, as aves foram submetidas a diferentes níveis de energia metabolizável. O experimento foi feito em esquema de parcela sub-subdividida, tendo nas parcelas as temperaturas e nas subparcelas os níveis de energia metabolizável e nas sub-subparcelas os dias de vida das aves em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram avaliados os parâmetros peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, temperatura de cloaca, temperatura média corporal, gordura abdominal, rendimentos de carcaça, cortes e órgãos. As temperaturas influenciaram os resultados de peso corporal (PC), que foram 6,96% maiores para as aves que estavam sob temperatura termoneutra (25°C). As aves diminuíram o consumo de ração (CR) à medida que foram submetidas a temperatura de estresse por calor (31°C). Os resultados de temperatura de cloaca (TCL), foram maiores para as aves submetidas a temperatura de 31°C. Os valores de rendimento de coração (COR) foram 10,1% menores para as aves mantidas sob estresse térmico, o mesmo ocorreu para o rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) o

qual foi de 2,1%. O aumento nos níveis de energia metabolizável na ração melhorou a conversão alimentar (CA). O melhor valor de conversão alimentar, 1,93, foi atingido no nível de 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>. Os valores de rendimento de carcaça (CARC) foram maiores para as aves mantidas sob temperatura de 31°C, exceto para o nível de 3200 kcal.kg<sup>-1</sup> onde se verifica que o melhor resultado foi para a situação de conforto. O rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) reduziu 7,9% em relação ao aumento dos níveis na ração, sendo que o melhor rendimento foi no nível de 3050 kcal.kg<sup>-1</sup>. À medida em que os frangos ficaram mais velhos, o peso corporal médio aumentou em 43,3%, o ganho de peso foi decrescente e a conversão alimentar aumentou. Ocorreu um decréscimo da viabilidade (VB) em relação aos dias de vida, e nos dias 35 e 42 foram observados resultados inferiores ao recomendado em literatura, de até 95%. Os valores de temperatura de cloaca (TCL), aumentaram com o aumento da idade das aves e o inverso ocorreu para os resultados de temperatura média corporal (TMC), que diminuíram com o aumento da idade dos animais. Pode-se concluir que, tanto em condições de termoneutralidade quanto em estresse por calor, o aumento do nível de energia metabolizável na ração, não influenciou o desempenho de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias e proporcionou efeitos distintos nas respostas fisiológicas e no rendimentos de carcaça.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Kelle Pardim de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2015. **Influence of different temperatures and metabolizable energy levels on the performance of broilers in the growth period.** Advisor: Cecília de Fátima Souza. Co-Advisors: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, Luiz Fernando Teixeira Albino, Paulo Roberto Cecon and Nelson Carneiro Baião.

Provide favorable thermal conditions, in the way the animals can do a better utilization of the feed nutrients is the main goal to be achieved in modern poultry production, tends in view that in situation of high temperatures, the nutritional requirements are modified. Then, considering birds, it is necessary to establish an optimal level of metabolizable energy in the diet so that it can provide better performance to them, when subjected to unfavorable environmental conditions. The objective of the present study was to evaluate the productive performance of broiler chickens in the growth period (22 to 42 days of age), submitted to two different temperatures (T1= 25 °C, inside the thermoneutral zone, and T2=31 °C, in heat stress), and to four different levels of metabolizable energy (3,050; 3,125; 3,200 and 3,275 kcal.kg<sup>-1</sup>) in the diet. For each thermal condition imposed, the birds were submitted to different levels of metabolizable energy. The experiment was carried out in split-plot scheme, being the temperatures, the plots, being the metabolizable energy levels, the sub-plots and being the days of life of the birds, the sub-sub-plots, in totally randomized design, with five replications. The following parameters were evaluated: abdominal fat, body weight, weight gain, feed intake, feed conversion, cloacal temperature, mean body temperature, yields of carcass, cuts and organs. It was found that the temperatures affected (P<0.01) the body weight results, which were 6.96% higher for the birds submitted to temperature inside the thermoneutral zone (25°C). The birds decreased the feed intake when they were submitted to heat stress temperature (31°C). The results of cloacal temperature were higher for the chickens submitted to 31°C. The results for yield of heart and of "thigh + drumstick", were 10.1% and 2.1%, respectively, lower for the birds submitted to 31°C. The increase in the metabolizable energy level improved the feed conversion. The best value of feed conversion, 1.93, was attained in the metabolizable energy level of 3,275 kcal.kg<sup>-1</sup>. The carcass yield values were higher for the birds submitted to 31°C, except

for the level 3,200 kcal.kg<sup>-1</sup>, in which it was verified the best result for the comfort situation. The yield of "thigh + drumstick" decreased 7.9% with the increase in the metabolizable energy level, being the best yield verified in 3,050 kcal.kg<sup>-1</sup>. As long as the birds got older, the body weight increased in 43.3%, the weight gain decreased and the feed conversion increased. In the same way, it was verified a decreasing in viability, being observed in the 35<sup>th</sup> and 42<sup>nd</sup> days of life's bird, results below to the recommended in the literature, i.e., up to 95%. The cloacal temperature values increased with the increase in the bird's age and, for the mean body weight it was the opposite, which decreased. It can be concluded that, for the thermoneutrality as well as for the heat stress condition, the increase in the metabolizable energy level did not influence the performance of broiler chickens, with age between 21 and 42 days of life and induced to distinct effects in the physiological responses and in the carcass yield.

## INTRODUÇÃO GERAL

A indústria avícola possui o maior acervo tecnológico no setor agropecuário brasileiro. Investimentos realizados em genética, nutrição, manejo, ambiência e sanidade, verificados nos últimos anos, transformaram a atividade em um verdadeiro complexo econômico. Com isso, a adequada atenção quanto às instalações e ao manejo do ambiente, são alternativas de melhorias para favorecer o desempenho das aves e, com isso, proporcionar redução no custo de produção, garantindo a competitividade do setor (TINÔCO, 2004).

A produção de carne de frango no país atingiu patamares de 12,69 milhões de toneladas em 2014, fazendo com que o Brasil ocupasse o terceiro lugar mundial entre os maiores produtores. Do volume total produzido, cerca de 67,7% foram destinados ao consumo interno e 32,3% para exportações. Do total, 7,12% foram abatidos no estado de Minas Gerais. (ABPA, 2015).

O ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, visto que esta tem por objetivo alcançar alta produtividade, em espaço físico e temporal, relativamente reduzidos. Segundo Tinôco (2001), o ambiente no qual os frangos estão inseridos é determinado por fatores físicos, químicos e biológicos, que incluem o ambiente aéreo, térmico, sonoro, luminoso e os componentes construtivos.

As faixas de temperaturas, consideradas como de conforto térmico para as aves nas condições brasileiras, são baseadas, principalmente, em dados obtidos de regiões de climas tropicais. Assim sendo, entende-se que possam estar defasadas, devido às mudanças nos padrões genéticos, na nutrição, no manejo ambiental e de criação, entre outros fatores, destacando-se principalmente a mencionada aclimatização às condições de criação do país (FURTADO et al. 2003, TINÔCO e OSORIO, 2008, CASSUCE, 2011).

Pareja et al. (2014), estudaram a influência de diferentes níveis de estresse térmico do ambiente, incluindo conforto (25°C), estresse por calor leve (28°C), calor moderado (31°C), Calor acentuado (34°C) e Calor severo (37°C), sobre o desempenho zootécnico de frangos de corte na fase final de crescimento (22 a 42 dias), alojados em câmaras climáticas, e verificaram menor consumo de ração, ganho de peso para as aves submetidas ao estresse por calor. A temperatura ambiental superior a 31°C por 12 horas ao dia é suficiente para

comprometer a conversão alimentar das aves, em relação àquelas mantidas à uma temperatura de 25°C e 28°C.

Esses autores destacaram a necessidade de novas pesquisas para a obtenção dos limites máximos de temperaturas suportados pelas aves. Assim como o ambiente térmico, a alimentação constitui um dos fatores de grande relevância na exploração avícola, visto que uma dieta adequada pode promover melhorias tanto no desempenho zootécnico quanto nas características de carcaça das aves. As decisões mais importantes a serem tomadas na formulação de uma dieta de frangos de corte são relativas às concentrações de proteína e de energia, cujos níveis influenciam tanto o custo da dieta quanto o desempenho das aves (LEANDRO et al., 2003).

Pesquisas acerca da influência da energia da dieta sobre o desempenho produtivo de frangos de corte tem demonstrado acréscimos significativos no ganho de peso de frangos de corte alimentados com rações ricas em energia (GRIFFITHS et al. 1977, BARBOSA e CAMPOS, 1994; BERNAL e BAIÃO, 1996) e melhoria na conversão alimentar (LEESON et al., 1996 e NASCIMENTO et al., 1998). Com respeito ao consumo de ração, Waldroup (1996) verificou que o aumento da energia metabolizável da dieta não diminui o consumo na mesma proporção, ocorrendo ao contrário, um aumento na ingestão de energia, o que sugere que as linhagens modernas são selecionadas em função da capacidade física do trato gastrointestinal. Entretanto, ajustes na densidade nutricional das rações podem se constituir em alternativa para permitir o atendimento das necessidades nutricionais das aves. Além disso, podem minimizar problemas decorrentes da redução de consumo de ração de frangos de corte criados em condições de climas quentes (JUNQUEIRA et al., 1999).

Estabelecer o nível ótimo de densidade nutricional ou a relação entre energia metabolizável (EM) e proteína bruta (PB) para melhorar o desempenho e o rendimento de carcaça das aves, é um desafio, sobretudo nos períodos mais quentes do ano, em que ocorre redução do consumo de ração e consequentemente, dos nutrientes. A opção de aumentar a densidade nutricional da dieta, para garantir a ingestão adequada de nutrientes pelas aves, pode elevar o incremento calórico, em função do aumento da proteína bruta na ração (GONZALEZ-ESQUERRA e LESSON, 2005; AFTAB et al., 2006; FARIA FILHO et al., 2006; SIQUEIRA et al., 2007).

Dessa forma, torna-se cada vez mais importante avaliar o efeito da utilização de diferentes níveis energéticos em rações fornecidas para frangos de corte, submetidos ao estresse por calor, com objetivo de ajustar uma melhor formulação, diante de alterações no ambiente térmico. Definir o nível ótimo de energia metabolizável para que se possa melhorar o desempenho produtivo das aves, torna-se tarefa de grande relevância para avicultura de corte moderna. Este foi o objetivo do presente trabalho que encontra-se apresentado em dois artigos intitulados:

- Artigo 1 - Desempenho de frangos de corte na fase final de criação (21 a 42 dias de vida) submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável e a distintas temperaturas.
- Artigo 2 - Respostas fisiológicas e características de carcaça de frangos de corte na fase final de criação (21 a 42 dias de vida), submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável e distintas temperaturas.

## REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2015. <http://abpa-br.com.br/files/publicacoes/c59411a243d6dab1da8e605be58348ac.pdf> 20 agosto. 2015.

AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **Worlds Poultry Science Journal**, v.62, n.4, p.688-698, 2006.

BARBOSA, M.J.B.; CAMPOS, E.J. Energia metabolizável nas rações e sobre o desempenho de frangos de corte criados com separação de sexo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.46, n.4, p.398-408, 1994.

BERNAL, F.E.M.; BAIÃO, N.C. Efeito dos níveis de energia da ração sobre o desempenho e o teor de gordura na carcaça de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**, v.48, n.5, p.595-606, 1996.

FARIA FILHO, D.E.; ROSA, P.S.; FIGUEIREDO, D.F.; DAHLKE, F.; MACARI, M.; FURLAN, R.L. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.101-106, 2006.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÓCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

GRIFFITHS, L., LEESON, S., SUMMERS, J.D. Fat deposition in broilers: effect of dietary energy to protein balance, and early life caloric restriction on productive performance and abdominal fat pad size. **Poultry Science**, 56:638-646, 1977.

GONZALEZ-ESQUERRA, R.; LESSON, S. Effects of acute versus chronic heat stress on broiler response to dietary protein. **Poultry Science**, v.84, n.10, p.1562-1569, 2005.

JUNQUEIRA, O.M.; ARAÚJO, L.F.; FARIA, D.E. Energia para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p.41-52.

LEANDRO, N. S. M., Café, M. B., Stringhini, J. H., Moraes Filho, R., Moura, K. A. de, Silva Júnior, R. P. da.. Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frangos de corte. *R. Bras. Zootec.* vol.32, n.3 p. 620-631, 2003.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J.D. Broiler response to diet energy. **Poultry Science**, v.75, p.529-535, 1996.

NASCIMENTO, A.H., ALBINO, L.F.T., POZZA, P.C. et al. Energia e relação energia: proteína na fase inicial de frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA APINCO, Campinas, SP. **Anais...** Campinas, SP: Facta, 1998. p.15.

PAREJA, J.C.A. **Desempenho zootécnico e fisiológico de frangos de corte, na fase final de crescimento, submetidos a diferentes níveis de estresse por calor.** Viçosa: UFV, 2014. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2014.

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.

TINÔCO, I. de F. F. A granja de frangos de corte. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. de A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte.** Campinas: FACTA, cap. 4, p. 55-82. 2004.

TINÔCO, I.F.F.; OSORIO, J.A. Control ambiental y La agroindustria de producción animal en el Brasil y América Latina. In: **Congreso Nacional de Ingeniería Agrícola**, Medellín, Colômbia, 2008.

SIQUEIRA, J.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; BALBINO, E.M.; OLIVEIRA, W.P. Níveis de lisina digestível da ração e temperatura ambiente para frangos de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2054-2062, 2007.

WALDROUP, P.W. Nutrient requirement of broilers. In: **Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, 1996, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.55.

## ARTIGO 1

### **Desempenho de frangos de corte na fase final de criação (21 a 42 dias de vida) submetidos a dietas com diferentes níveis de energia metabolizável e a distintas temperaturas**

#### **RESUMO:**

O estresse gerado pela variação dos elementos que definem o ambiente térmico influencia o desempenho de frangos de corte por alterar a troca de calor com o ambiente, o consumo de ração, as exigências nutricionais e consequentemente o ganho de peso corporal. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar o desempenho de frangos de corte em fase final de criação (21 à 42 dias de vida), submetidos a duas diferentes temperaturas ( $T_1=25^{\circ}\text{C}$ , dentro da zona de termoneutralidade e  $T_2= 31^{\circ}\text{C}$ , estresse cíclico por calor) e a quatro diferentes níveis de energia metabolizável (3050, 3125, 3200 e  $3275 \text{ kcal.kg}^{-1}$ ) na dieta. Para cada temperatura, as aves foram submetidas a diferentes níveis de energia metabolizável. O experimento foi feito em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas as temperaturas e nas subparcelas os níveis de energia metabolizável e nas sub-subparcelas os dias de vida das aves, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram avaliados os seguintes parâmetros: Foram avaliados os parâmetros: peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar, temperatura de cloaca, temperatura média corporal. As temperaturas influenciaram os resultados de peso corporal (PC), que foram 6,96% maiores para as aves mantidas dentro da faixa termoneutra ( $25^{\circ}\text{C}$ ). As aves diminuíram o consumo de ração (CR) à medida que foram submetidas ao estresse por calor. O aumento dos níveis de energia metabolizável na ração melhorou a conversão alimentar (CA). Com o nível de  $3275 \text{ kcal.kg}^{-1}$  obteve-se a melhor conversão alimentar, 1,93. Os valores de peso corporal (PC) aumentaram 43,3%, entre 21 e 42 dias de vida dos frangos. Ocorreu redução do ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) piorou com o aumento da idade das aves. Pode-se concluir que tanto em condições de termoneutralidade quanto em estresse por calor, o aumento do nível de energia metabolizável na ração, não influenciou o desempenho e

proporcionou efeitos distintos nas respostas fisiológicas e nos rendimentos de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias.

**Palavras-chave:** acondicionamento térmico, dieta, avicultura de corte.

## **Broiler chickens performance in the final phase (21-42 days old) submitted to diets with different levels of metabolizable energy, under distinct temperatures**

### **ABSTRACT:**

The stress generated by the variation of the elements that define the thermal environment influences the performance of broiler chickens because it changes the heat exchange with the environment, feed intake, the nutritional requirements and thus the weight gain. The objective of the present study was to evaluate the productive performance of broiler chickens in the growth period (22 to 42 days of age), submitted to two different temperatures (T1= 25 °C, inside the thermoneutral zone, and T2=31 °C, in heat stress), and to four different levels of metabolizable energy (3,050; 3,125; 3,200 and 3,275 kcal.kg<sup>-1</sup>) in the diet. For each thermal condition imposed, the birds were submitted to different levels of metabolizable energy. The experiment was carried out in split-plot scheme, being the temperatures, the plots, being the metabolizable energy levels, the sub-plots and being the days of life of the birds, the sub-sub-plots, in totally randomized design, with five replications. The following parameters were evaluated: abdominal fat, body weight, weight gain, feed intake and feed conversion. It was found that the temperatures affected, (P <0.01), the body weight, which was 6.96% higher for the birds in comfort condition. The birds reduced the feed intake, when they were submitted to the heat stress. The increase in the metabolizable energy level in the ration, improved the feed conversion. The best value of feed conversion, 1.93, was attained in the metabolizable energy level of 3,275 kcal.kg<sup>-1</sup>. As long as the birds got older, the body weight increased in 43.3%, the weight gain decreased and the feed conversion increased. It can be concluded that, for the thermoneutrality as well as for the heat stress condition, the increase in the metabolizable energy level did not influence the performance of broiler chickens, with age between 21 and 42 days.

**Keywords:** environment control, diet, poultry production.

## 1.1. INTRODUÇÃO

A produção avícola brasileira ocupa posição de destaque no cenário mundial, sendo o Brasil o terceiro maior produtor de carne de frango do mundo, com produção de 12,3 milhões de toneladas em 2013. Do volume total produzido, 68,4% foram destinados ao consumo interno e 31,6% para exportações. Do total, 7,56% foram abatidos no estado de Minas Gerais, ou seja, 929,88 mil toneladas de frangos (ABPA, 2014).

O ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, visto que esta tem por propósito obter alta produtividade, em espaço físico e temporal, relativamente reduzidos. As aves, quando criadas em ambientes de altas temperaturas apresentam alterações fisiológicas e hormonais e dessa forma, reduzem o consumo de ração e pioram a conversão alimentar (OLIVEIRA et al., 2006).

O estresse gerado pela variação do ambiente térmico influencia a produtividade dos animais por alterar sua troca de calor com o ambiente, o consumo de alimentos, as exigências nutricionais e conseqüentemente o ganho de peso corporal (SOUZA e BATISTA, 2012). Nesse processo, os fatores do ambiente térmico, tais como temperatura, umidade relativa, dentre outros, tendem a produzir variações internas nas aves e com isso influenciam a quantidade de energia trocada entre ave e ambiente, havendo muitas vezes a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor (BAETA e SOUZA, 2010). Muitas vezes, apenas o ajuste na dieta já garante a obtenção de resultados produtivos satisfatórios, diante de uma situação de estresse para o animal.

A determinação da exigência nutricional de energia metabolizável é fundamental nas diferentes fases da criação de frangos de corte, visto que a digestibilidade aumenta com a idade da ave devido ao desenvolvimento do trato digestivo, que conduz à melhoria de sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos (MELLO et al., 2009).

Segundo Bou et al. (2005), a inclusão de óleo vegetal nas rações de aves mantidas em estresse por calor reduz os efeitos depressivos da temperatura sobre o seu desempenho.

O efeito benéfico da adição de óleo nas rações de animais submetidos ao estresse por calor está associado a modificações na fisiologia gastrointestinal e ao menor incremento calórico verificado durante os processos de digestão, absorção e assimilação dos nutrientes das rações contendo maior teor de óleo (BETERCHINI, 2012). Esse efeito do óleo sobre a partição de energia resulta em maior quantidade de energia líquida utilizada para produção (Oliveira Neto et al., 1999).

Considerando o exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na ração de frangos de corte, criados sob duas temperaturas, uma dentro da zona termoneutra e outra de estresse por calor, sobre parâmetros de desempenho produtivo (peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar e viabilidade), no período de 21 a 42 dias de idade.

## **1.2. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em quatro câmaras climáticas, localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), pertencente à área de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Cada câmara climática possui as dimensões de 2,5 x 3,5 x 2,5 m (respectivamente, altura, comprimento e largura), equipadas com um aquecedor de ar de resistência elétrica (2.000 W de potência), um condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, de 12.000 BTU.h<sup>-1</sup> e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa de 300 ml.h<sup>-1</sup>.

O aquecedor e o umidificador foram operados por controlador eletrônico MT- 531 R i plus de temperatura e umidade (resolução de 0,1°C; umidade de controle 20 a 85% UR, com resolução de 0,1%UR).

A ventilação aplicada no interior das câmaras climáticas foi obtida por meio de exaustores axiais, A.M.B, Modelo FD 08025S1M DC 12V 0,15A, com acionamento automático, durante todo o período experimental, e foi controlada de forma a manter as temperaturas desejadas e a qualidade do ar dentro dos padrões, conforme normas descritas no Protocolo de Boas Práticas de Produção

de Frangos (UBA, 2008). Para isso foi realizada a renovação do ar das câmaras climáticas duas vezes por hora, através de ventilação obtida por meio de exaustores axiais.

O experimento foi realizado na fase final de criação, entre o 21° a 42° dia de vida das aves. Foram utilizados 280 frangos da linhagem Cobb 500, com peso médio inicial de 1,267 kg ( $\pm 5\%$ ) distribuídos em gaiolas com as seguintes dimensões: 1,0m de largura x 0,5m de comprimento x 0,5m de altura, sendo alojadas sete (07) aves em cada gaiola, ou seja, na densidade de 14 aves.m<sup>-2</sup>, conforme utilizado em condições de campo. As aves ficaram sobre cama nova de maravalha com espessura de 5 cm.

Foram utilizadas duas temperaturas, uma representativa da situação de termoneutralidade (T1) e a outra, da situação de estresse cíclico por calor (T2), conforme determinado por Pareja (2014). Na condição T1 as aves foram submetidas a temperatura de 25°C, durante 24 horas por dia em todo o período experimental. Para a condição T2, as aves foram submetidas a 12 horas de estresse por calor, de 7:00 às 19:00 horas, na temperatura de 31°C, e durante as outras 12 horas ficaram sob temperatura de 25°C, conforme mostrado na Tabela 1.

TABELA 1. Tratamentos experimentais, definidos pela temperatura ambiente, em (°C), impostos aos frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias

Temperatura	Situação	Temp. (°C)	
		7:00h às 19:00h	19:00h às 07:00h
T1	Termoneutralidade	25	25
T2	Estresse por Calor	31	25

A umidade relativa do ar (UR) foi controlada durante o período experimental em ambos os tratamentos, na faixa de 55 a 65%, por meio do sistema automatizado presente nas câmaras climáticas.

Para cada condição térmica imposta, as aves foram submetidas a quatro níveis de energia metabolizável, 3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>, conforme recomendações de Rostagno et al. (2011), apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Composição das rações experimentais

Ingredientes	Energia Metabolizável kcal.kg <sup>-1</sup>			
	3050	3125	3200	3275
Milho grão	65,6327	63,8867	62,1406	60,3946
Soja farelo 45%	27,1138	27,4137	27,7135	28,0134
Farinha de carne e osso 40%	3,8260	3,8392	4,5412	5,9846
Óleo de soja	1,6544	3,0978	3,8524	3,8655
Calcário	0,4177	0,4125	0,4073	0,4021
Sal comum	0,3886	0,3891	0,3896	0,3901
DI-metionina (99% pureza)	0,3119	0,3135	0,3151	0,3167
L-lisina HCL (99% pureza)	0,3040	0,2979	0,2918	0,2856
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
L-treonina (99% pureza)	0,0920	0,0918	0,0916	0,0914
Cloreto de colina 60%	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
L-triptofano (99% pureza)	0,0088	0,0078	0,0069	0,0059
	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000
<b>Composição Calculada</b>				
Energ. Met. aves kcal.kg <sup>-1</sup>	3050,00	3125,00	3200,00	3275,00
Proteína bruta	19,8000	19,8000	19,8000	19,8000
Gordura (%)	4,9015	6,2739	7,6464	9,0188
Cálcio (%)	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
Fosforo disponível (%)	0,3500	0,3500	0,3500	0,3500
Lisina digestível das aves (%)	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300
Met.+cist.dig.aves (%)	0,8300	0,8300	0,8300	0,8300
Metionina dig.aves (%)	0,5721	0,5727	0,5734	0,5741
Treonina dig.aves (%)	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300
Triptofano dig.aves (%)	0,2040	0,2040	0,2040	0,2040
Sódio (%)	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

<sup>1</sup> Níveis de garantia por quilo de produto (Mínimo): Ácido fólico 0,3 mg, Ácido Pantotênico 12 mg, Ácido nicotínico 50 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 30 mg, Vitamina A 10.000.000 UI, Vitamina B1 1,5 mg, Vitamina B12 0,015 mg, Vitamina B2 6 mg, Vitamina B6 4 mg, Vitamina D3 2.000.000 UI, Vitamina E 28 UI, Vitamina K3 3mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

<sup>2</sup> Níveis de garantia por quilo de produto (Mínimo): Cobalto 2 mg, Cobre 10 mg, Ferro 50 mg, Iodo 0,7 mg, Manganês 78 g, Selênio 0,18 mg, Zinco 55 mg, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

As rações foram fornecidas de forma a manter os comedouros sempre cheios (“*ad libitum*”), seguindo os critérios utilizados em campo. A água também foi fornecida “*ad libitum*” sendo substituída três vezes ao dia, evitando-se assim o aquecimento da mesma nos bebedouros. Os comedouros utilizados foram do tipo calha e os bebedouros tipo *nipple*.

Em cada câmara climática foram monitorados os parâmetros ambientais, temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de globo negro (TGN) e umidade

relativa do ar (UR). Durante o período experimental, esses dados foram registrados diariamente a cada cinco minutos por meio de sensores/registadores com *dataloggers*.

Os dados de temperatura de bulbo seco e de umidade relativa do ar foram mensurados por meio de sensores registradores *dataloggers* T/R da marca Testo, modelo H1, com resolução de  $\pm 0,1$  °C (temperatura) e 1% (umidade), e acurácia de  $\pm 0,5$ °C (temperatura) e  $\pm 1$ % (umidade) e sensores/registadores Hobo H08 Pro (-30°C a +50°C, 0 a 100%) com precisão de  $\pm 0,2$ °C e  $\pm 3$ %.

O programa de luz adotado seguiu os padrões do manual da linhagem COBB (2008), com o uso de uma lâmpada fluorescente de 5W, aproximadamente 10 lúmens.m<sup>-2</sup>, instalada no teto de cada câmara climática. Foram utilizadas 6 horas de escuro e 18 horas de luz, como mostrado na Tabela 3.

TABELA 3. Programa de luz adotado durante o experimento

Período (horas)		Descrição	Total de horas
Início	Fim		
06:00	21:00	Luz	15
21:00	24:00	Escuro	03
24:00	03:00	Luz	03
03:00	06:00	Escuro	03

Foram coletados dados referentes a desempenho zootécnico: Peso Inicial (kg); Ganho de Peso (kg); Consumo de Ração (kg); Conversão Alimentar e Viabilidade Criatória (%).

As aves foram pesadas aos 21, 28, 35 e 42 dias de vida para avaliar o peso corporal (PC) e ganho de peso (GP). O consumo de ração (CR) foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e a sobra nestes períodos, seguindo a metodologia de Sakomura e Rostagno (2007). Também foram mensurados os dados de conversão alimentar semanal e total, calculada por meio da relação entre o ganho de peso e o consumo de ração.

O número de aves mortas foi registrado diariamente em cada câmara climática e em cada gaiola, sendo a porcentagem calculada em relação ao número inicial de aves em cada gaiola, para mensuração da viabilidade. Todos os procedimentos foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFV, mediante protocolo nº 75/2014.

### 1.2.1. Análises Estatísticas

Para avaliar o efeito da temperatura ambiente e dos níveis de energia metabolizável sobre as médias das variáveis zootécnicas analisadas, representativas do desempenho produtivo (ganho de peso, peso corporal, consumo de ração e conversão alimentar), foi feita análise estatística utilizando-se o esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas as temperaturas (25°C e 31°C), nas subparcelas os níveis energéticos (3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>), e nas sub-subparcelas os dias de vida dos animais (28, 35 e 45) em Delineamento Inteiramente Casualizado (D.I.C.), com cinco repetições.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e, para o fator quantitativo, por regressão, em que os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t Student, ao nível de 5% de probabilidade no coeficiente de determinação ( $R^2 = \frac{SQ_{reg.}}{SQ_{trat.}}$ ) e no fenômeno estudado. As médias foram comparadas utilizando-se o teste Tukey, ao nível de 5 % de significância.

Para tais análises, utilizou-se o software SAEG (2007) - Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1.

## 1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 encontra-se o resumo da ANOVA para as variáveis peso corporal (PC), ganho de peso (GP) consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA) e viabilidade criatória (VC), correspondentes às temperaturas das câmaras climáticas (TEMP), aos níveis de energia metabolizável (NI) e dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 4. Resumo da análise de variância das variáveis: peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo de ração (CR), em (kg), conversão alimentar (CA) e viabilidade (VIB) em (%), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 (DIAS), submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI)

FV	GL	PC	GP	CR	CA	VIB
TEMP	1	0,69520**	0,01662 <sup>NS</sup>	44,63025**	0,00632 <sup>NS</sup>	773,9985 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	8	0,01855	0,20823	0,63175	0,05067	237,8354
NI	3	0,05612 <sup>NS</sup>	0,09287 <sup>NS</sup>	2,40226 <sup>NS</sup>	0,24769**	2,3935 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	3	0,01613 <sup>NS</sup>	0,11550 <sup>NS</sup>	0,29153 <sup>NS</sup>	0,00976 <sup>NS</sup>	4,6612 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	24	0,02776	0,24238	1,67435	0,03501	144,1090
DIAS	2	6,51858**	47,08404**	7,28964**	6,89884**	1890,9200**
DIAS x TEMP	2	0,01305 <sup>NS</sup>	0,25317 <sup>NS</sup>	3,55221*	0,06121 <sup>NS</sup>	362,0087 <sup>NS</sup>
DIAS x NI	6	0,00559 <sup>NS</sup>	0,14525 <sup>NS</sup>	0,95403 <sup>NS</sup>	0,03333 <sup>NS</sup>	195,8459 <sup>NS</sup>
DIAS x TEMP x NI	6	0,00237 <sup>NS</sup>	0,14696 <sup>NS</sup>	1,16218 <sup>NS</sup>	0,03510 <sup>NS</sup>	70,5624 <sup>NS</sup>
Resíduo	64	0,00769	0,20578	0,85643	0,04553	250,6614
CV(%) Parcela		6,01	29,20	12,98	10,97	16,67
CV(%) Sub parcela		7,35	31,50	21,14	9,13	12,98
CV(%) Subsubparcela		3,87	29,02	15,12	10,39	17,12

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup>F não significativo

Como pode ser observado na Tabela 3, as temperaturas (TEMP) influenciaram significativamente ( $P < 0,01$ ) os resultados de peso corporal (PC) e consumo de ração (CR) dos frangos. Isoladamente, os níveis de energia metabolizável (NI) exerceram efeito significativo sobre a conversão alimentar ( $P < 0,01$ ). Observou-se ainda que o peso corporal (PC), o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR), a conversão alimentar (CA) e a viabilidade (VB) apresentaram variação significativa ( $P < 0,01$ ) em função da idade das aves (ID). Também houve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) da interação temperatura (TEMP) x dias de vida das aves (DIAS) sobre o consumo de ração (CR).

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados do teste de médias aplicados à variável peso corporal (PC) das aves, influenciada pelas temperaturas (TEMP).

TABELA 5. Valores médios de peso corporal (PC), em (kg), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas T1 (25°C) e T2 (31°C) e distintos níveis de energia metabolizável (NI), em Kcal.kg<sup>-1</sup>

TEMP	PC
T1	2,3414a
T2	2,1891b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Observa-se, na Tabela 5, que o peso corporal (PC) atingido ao final do período de criação, foi 6,96 % maior para aquelas aves mantidas em temperatura dentro da faixa termoneutra, T1=25°C, durante 24 horas, quando comparadas àquelas submetidas à temperatura T2=31°C. Estes resultados corroboram com os verificados por Lana et al., (2000), que estudaram os efeitos da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho produtivo, de frangos de corte da linhagem Hubbard, de 1 a 42 dias de vida, em diferentes condições ambientais (estresse por calor e termoneutralidade) em galpões avícolas. Esses autores verificaram que o peso dos frangos criados no ambiente com temperaturas elevadas foi 15% inferior ao do grupo controle.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias aplicadas à variável consumo de ração (CR) das aves, influenciada pelas temperaturas (TEMP), T1 e T2, e pelos dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 6. Valores médios de consumo de ração (CR), em (kg), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para as respectivas temperaturas T1 (25°C) e T2 (31°C) e dias de vida das aves (DIAS)

DIAS	CR	
	T1	T2
28	7,2206Aa	5,8688Ba
35	6,4060Ab	5,8373Ba
42	6,5602Aab	4,8216Bb

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna para cada variável não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com a Tabela 6, observa-se que as aves diminuíram significativamente o consumo de ração (CR), à medida em que foram submetidas a temperatura de estresse térmico por calor. Isso ocorreu com o aumento da idade das aves. Na temperatura de termoneutralidade as aves reduziram 9,15%

o consumo de ração, no entanto para as aves submetidas ao estresse cíclico a redução foi de 17,84%. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Lana et al., (2000) que estudaram os efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho produtivo, de frangos de corte de 1 a 42 dias de vida da linhagem Hubbard em diferentes condições ambientais (estresse por calor e termoneutralidade) em galpões avícolas e observaram um decréscimo de 15% no consumo de ração (CR) com relação àqueles criados em condições de estresse por calor. Oliveira et al., (2006), avaliaram o efeito de diferentes temperaturas (25, 31 e 35°C), sobre o consumo de ração (CR), de frangos de corte da linhagem Ross de 1 a 49 dias de idade e também observaram que o ambiente de estresse por calor resultou em menor consumo de ração.

A redução no consumo de ração por frangos de corte mantidos sob condições de estresse por calor em relação aqueles mantidos sob condição de conforto tem sido relatado por vários autores (BAZIZ et al., 1996, CHENG et al., 1997, LANA et al., 2000 e OLIVEIRA et al, 2006).

Segundo Baziz et al. (1996), aves expostas à altas temperaturas reduzem o consumo de ração para diminuir a produção de calor metabólico e com isso manter a homeotermia, o que resulta também em um decréscimo do crescimento.

O estresse gerado pela variação do ambiente térmico no qual o animal está inserido influencia diretamente a produtividade, por alterar as trocas de calor com o ambiente, a quantidade de alimentos consumidos, o ganho de peso corporal e, conseqüentemente, as exigências nutricionais (CURTIS, 1983; SOUZA e BATISTA, 2012).

Na Figura 1 está representada graficamente, a variação da variável conversão alimentar (CA) dos frangos de corte, de acordo com a variação dos níveis de energia metabolizável na ração (NI).

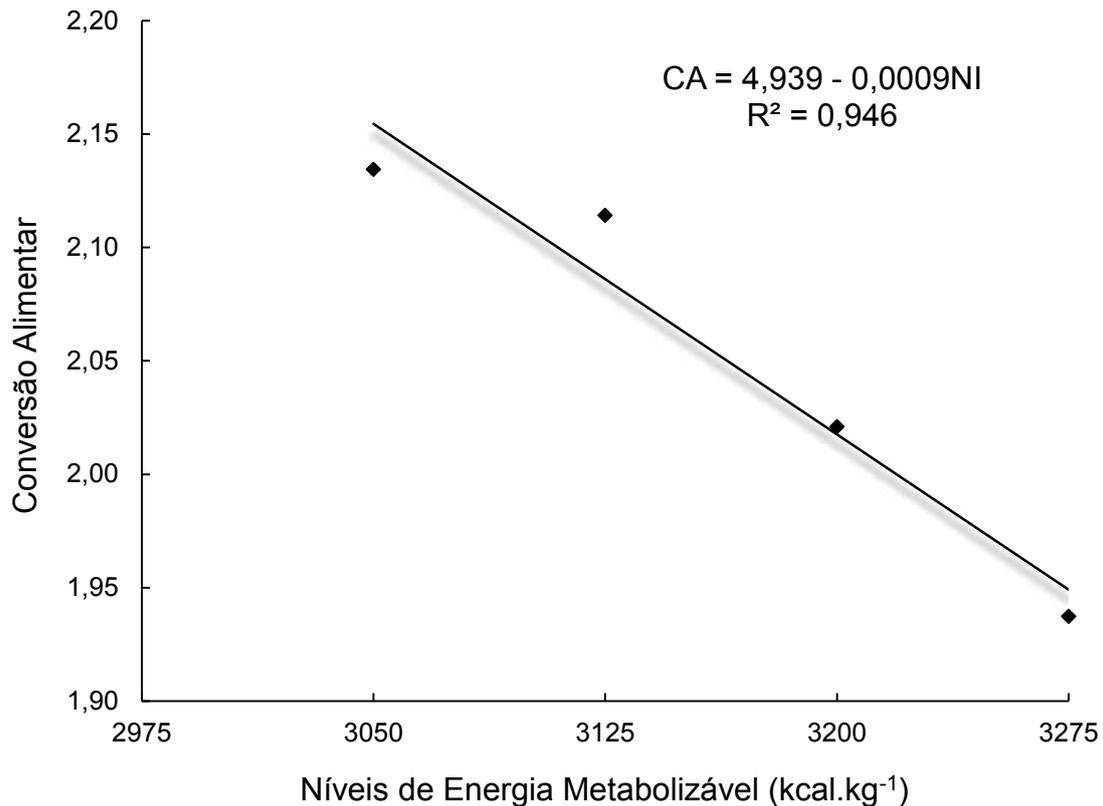


FIGURA 1. Conversão alimentar (CA), de frangos de corte na fase final de criação, submetidos a distintos níveis de energia metabolizável na ração.

Por meio da curva de estimativa, apresentada na Figura 1, observa-se que os níveis de energia metabolizável influenciaram de forma linear a conversão alimentar. Pode-se inferir que ocorreu melhora da conversão alimentar em relação ao aumento do nível de energia metabolizável na ração, sendo que foi observado melhor resultado de conversão alimentar, 1,93, no nível de 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Oliveira Neto et al. (1999), que avaliaram cinco níveis de energia metabolizável (3000, 3150, 3225, e 3300 kcal.kg<sup>-1</sup>) em frangos de corte machos da linhagem Hubbard de 21 a 42 dias de vida, submetidos a condição de estresse por calor (31,9°C) em câmaras climáticas, procederam o ajuste de regressão e verificaram uma melhora de forma linear com o aumento dos níveis de energia na ração.

Sakomura et al., (2004) estudaram o efeito de três níveis de energia metabolizável na ração (3050, 3200, 3350 kcal.kg<sup>-1</sup>) de frangos de corte de 22 a 43 dias de vida com alimentação (*ad libitum*, 75% e 50%), em condições de temperatura ambiente e verificaram melhora na conversão alimentar com o

aumento da energia na dieta, obtido com a ração contendo maior nível de óleo. Ainda, os resultados aqui encontrados podem ser comparados aos de Mendes et al., (2004) que avaliaram o efeito da energia na dieta (2900, 2960, 3020, 3080, 3140 e 3200 kcal.kg<sup>-1</sup>) de frangos de corte sexados da linhagem Ross 308, no período de 12 à 42 dias de vida e verificaram que a conversão alimentar melhorou com o aumento dos níveis de energia na dieta.

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias de peso corporal (PC) das aves, de acordo com os dias de vida das aves (DI).

TABELA 7. Valores médios de peso corporal (PC), em (kg), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para as respectivos dias de vidas (DI)

Dias	PC
28	1,8642c
35	2,2600b
42	2,6715a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se na Tabela 7 que ocorreu aumento no peso corporal (PC) de 43,30% em relação ao aumento da idade das aves. Resultados estes que corroboram com os verificados por Roll et al., (2011), que avaliaram o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na ração (3050, 3150 e 3250 kcal.EM.kg<sup>-1</sup>) no desempenho de frangos de corte fêmeas da linhagem Cobb no período de 43 à 48 dias de idade, e observaram crescimento linear no peso corporal em relação a idade das aves.

Na Tabela 8 estão apresentadas as médias de ganho de peso (GP) das aves, de acordo com os dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 8. Valores médios de ganho de peso (GP), em (kg), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para os respectivos dias de vida das aves (DIAS)

DIAS	GP
28	0,9363a
35	0,4120b
42	0,3594c

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observa-se na Tabela 8 que ocorreu redução do ganho de peso (GP) em relação ao aumento da idade das aves. Resultados estão de acordo com os verificados por Silva et al., (2001), que avaliaram três níveis de energia metabolizável na ração (2900, 3100 e 3300 kcal) e relações de energia: proteína (128, 148, 168, e 188) em frangos de corte machos da linhagem Avian Farm de 22 a 42 dias de vida, e observaram que o ganho de peso sofreu reduções lineares.

Na Tabela 9 estão apresentados as médias de conversão alimentar (CA) das aves, influenciada pelos dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 9. Valores médios de conversão alimentar (CA), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para os respectivos dias de vida das aves (DIAS)

DIAS	CA
28	1,5781c
35	2,2239b
42	2,3534a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com o que está apresentado na Tabela 9, observa-se uma piora na conversão alimentar em relação às semanas de vida das aves. Isso se deve ao fato de que quando mantidos em estresse por calor, os frangos de corte reduzem seu crescimento em maior proporção que o consumo de ração, o que resulta em pior índice de conversão alimentar, conforme relatado por alguns autores (BAZIZ et al., 1996 e GERAERT et al., 1996a).

Na Tabela 10 estão apresentadas as médias de viabilidade (VB) das aves, influenciada pelos dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 10. Valores médios de viabilidade (VB), em (%), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para os respectivos dias de vida das aves (DIAS).

DIAS	VC
28	99,2a
35	92,5ab
42	85,5b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Observou-se que os valores de viabilidade (VB) decresceram 13,8% em relação ao aumento da idade das aves, sendo que nos dias 35 e 45 foram identificados resultados inferiores ao recomendado pela literatura, de até 95%.

#### 1.4. CONCLUSÕES

As temperaturas influenciaram os resultados de peso corporal (PC), que foram 6,96% maiores para as aves que estavam sob temperatura dentro da faixa de termoneutralidade (25°C). As aves diminuíram o consumo de ração (CR) à medida que foram submetidas a temperatura de estresse por calor.

Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram a conversão alimentar (CA), que melhorou com o aumento da energia na dieta.

O peso corporal (PC) aumentou 43,3% entre 21 e 42 dias de vida dos frangos. Ocorreu redução do ganho de peso (GP) e a conversão alimentar (CA) piorou com o aumento da idade das aves. Houve decréscimo da viabilidade (VB) em relação aos dias de vida, e nos dias 35 e 42 foram observados resultados inferiores aos recomendados pela literatura, de até 95%.

Pode-se concluir que tanto em condições de termoneutralidade quanto em estresse por calor, o aumento do nível de energia metabolizável na ração, não influenciou o desempenho de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias.

#### 1.5. REFERÊNCIAS

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório Anual 2014. <http://www.ubabef.com.br/files/publicacoes/8ca705e70f0cb110ae3aed67d29c8842.pdf>, 20 agosto. 2014.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 269 p. 2010.

BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA,. 373p, 2012.

BAZIZ, H.A.; GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p.505-513, 1996.

BOU, R., GUARDIOLA, F., BARROETA, A.C. & CODONY, R.,. Effect of dietary fat sources and zinc and selenium supplements on the composition and consumer acceptability of chicken meat. **Poultry Science**. 84, 1129-1140, 2005.

CHENG, T.K.; HAMRE, M.L.; COON, C.N. Effect of environmental temperature, dietary protein, and energy on broiler performance. **Journal Applied of Poultry Science**, v.6, p.1-17, 1997.

COBB, Manual de manejo de frangos de corte Cobb. 2008. Disponível em:<<http://www.cobb-vantress.com>>. Acesso em: 19 de agosto de 2014.

CURTIS, S.E. 1983. **Environmental management in animal agriculture**. 2.ed. Ames, Iowa: Iowa State University. 407p.

GERAERT, P.A., PADILHA, J.C.F., GUILLAUMIN, S. Metabolic and endocrine changes induced by chronic heatexposure chickens: biological and endocrinological variables. **Br. J. Nut.**, 75:205-216, 1996a.

LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.1117-1123, 2000.

LUMPKINS, B.S., BATAL, A.B E DALE, N. M.. Evaluation of distillers dried grains with solubles as a feed ingredient for broilers. **Poultry Science**, 83, 1891-1896, 2004.

MELLO, H.H.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L.F.T.; SOUZA, R.M.; CALDERANO, A.A. Valores de energia metabolizável de alguns alimentos obtidos com aves de diferentes idades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 863-868, 2009.

MENDES A.A., MOREUIRA J., OLIVEIRA E.G. Effect of dietary energy on performance, carcass yield and abdominal fat of broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 33, n 6, 2300-2307, 2004.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1054-1062, 1999.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.163-190, 2000.

OLIVEIRA, G. A., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., CECON, P. R., VAZ, R. G. M. V., e ORLANDO, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.

OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., ABREU, M. L. T. D., FERREIRA, R. A., VAZ, R. G. M. V., e 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.

PAREJA, J.C.A. **Desempenho zootécnico e fisiológico de frangos de corte, na fase final de crescimento, submetidos a diferentes níveis de estresse por calor.** Viçosa: UFV, 2014. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2014.

ROLL, A. P., LOPES, D. C. N., AZAMBUJA, S., PIRES, P. G. S., XAIVIER, E. G., ROLL, V. F. B., RUTZ, F. Efeito de diferentes níveis de energia da dieta no desempenho de frangos de corte entre os 43 e 48 dias de idade. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias.** 106 (577-580) 69-74, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras Para Aves E Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais.** 3º Edição. Viçosa: UFV. 252p, 2011.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SAKOMURA, N. K., LONGO, F. A., RABELLO, C. B., WATANABE, K., PELÍCIA, K., e FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** Jaboticabal : Funep, 2007.

SILVA, J. H., ALBINO, L. F. T., NASCIMENTO, A. H. Níveis de Energia e Relações Energia:Proteína para Frangos de Corte de 22 a 42 dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.** 30, 1791-1800, 2001.

SOUZA, B.B. e BATISTA, N.L. Os efeitos do estresse térmico sobre a fisiologia animal. **Revista Agropecuária Científica do Semiárido.** v. 8, n. 3, p. 06-10, 2012.

UBA - União Brasileira de Avicultura. Relatório. Protocolo de Boas Práticas de Produção de Frangos. Junho/2008. [http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo\\_de\\_boas\\_praticas\\_de\\_producao\\_de\\_frangos.pdf](http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_boas_praticas_de_producao_de_frangos.pdf), 15 julho. 2014.

## ARTIGO 2

### **Respostas fisiológicas e características de carcaça de frangos de corte na fase final de criação (21 a 42 dias de vida) submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável e a distintas temperaturas**

#### **RESUMO:**

A avicultura brasileira é uma atividade em constante desenvolvimento devido aos altos índices de eficiência produtiva. Altas temperaturas efetivas ambientais podem acarretar alterações comportamentais, bioquímicas e fisiológicas das aves e provocar prejuízos no desempenho. A alimentação é o fator que mais onera os custos de produção de aves, daí o interesse por rações que proporcionem melhor relação custo benefício. Objetivou-se com o presente trabalho, avaliar as respostas fisiológicas e rendimentos produtivos de frangos de corte em fase final de criação (21 à 42 dias de vida), submetidos a duas diferentes temperaturas (T1=25°C, dentro da zona de termoneutralidade e T2=31°C, estresse cíclico por calor) e a quatro diferentes níveis de energia metabolizável (3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>) na dieta. Para cada temperatura, as aves foram submetidas a diferentes níveis de energia metabolizável. O experimento foi feito em esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas as temperaturas e nas subparcelas os níveis de energia metabolizável e nas sub-subparcelas os dias de vida das aves, em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. Foram avaliados os parâmetros: gordura abdominal, rendimentos de carcaça, cortes e órgãos. As temperaturas influenciaram os resultados de temperatura de cloaca(TCL), que foram maiores para as aves submetidas a temperatura de 31°C. Os valores de rendimento de coração (COR) foram 10,1% menores para as aves mantidas sob estresse térmico, o mesmo ocorreu para o rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) o qual foi de 2,1%. Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram os valores de rendimento de carcaça (CARC), que foram maiores para as aves mantidas sob temperatura de 31°C, exceto para o nível de 3200 kcal.kg<sup>-1</sup> onde se verifica que o melhor resultado foi para a situação de conforto. O rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) reduziu 7,9% em relação ao aumento dos níveis na ração, sendo que o melhor rendimento foi no nível de

3050 kcal.kg<sup>-1</sup>. Os dias de vida das aves influenciaram os resultados de temperatura de cloaca (TCL), que aumentaram com o aumento da idade das aves, o inverso ocorreu para os resultados de temperatura média corporal (TMC), que diminuíram com o aumento da idade dos animais. Pode-se concluir que tanto em condições de termoneutralidade quanto em estresse por calor, o aumento do nível de energia metabolizável na ração proporcionou efeitos distintos nas respostas fisiológicas e nos rendimentos de carcaça.

**Palavras-chave:** conforto térmico, frango de corte, parâmetros fisiológicos, rendimentos

## **Physiological responses and carcass characteristics of poultry in the growth period (21-42 days of age) submitted to different levels of metabolizable energy, under distinct temperatures**

### **ABSTRACT:**

The Brazilian poultry industry is an activity in constant development due to high levels of production efficiency attained in the last decades. High "composed temperatures" in the thermal environment can lead to behavioral, biochemical and physiological changes of the birds exposed to it and cause losses in its performance. Feeding is the main factor to increase the costs in poultry production, hence the interest in rations that provide best ratio cost:benefit. The objective of the present study was to evaluate the productive performance of broiler chickens in the growth period (22 to 42 days of age), submitted to two different temperatures (T1= 25 °C, inside the thermoneutral zone, and T2=31 °C, in heat stress), and to four different levels of metabolizable energy (3,050; 3,125; 3,200 and 3,275 kcal.kg<sup>-1</sup>) in the diet. For each thermal condition imposed, the birds were submitted to different levels of metabolizable energy. The experiment was carried out in split-plot scheme, being the temperatures, the plots, being the metabolizable energy levels, the sub-plots and being the days of life of the birds, the sub-sub-plots, in totally randomized design, with five replications. The following parameters were evaluated: cloaca temperature, mean body temperature, yields of carcass, cuts and organs. The temperatures influenced the cloaca temperatures, that were higher in the birds submitted to heat stress, 31°C. The results for yield of heart and of "thigh + drumstick", were 10.1% and 2.1%, respectively, lower for the birds submitted to 31°C. The carcass yield values were higher for the birds submitted to 31°C, except for the level 3,200 kcal.kg<sup>-1</sup>, in which it was verified the best result for the comfort situation. The yield of "thigh + drumstick" decreased 7.9% with the increase in the metabolizable energy level, being the best yield verified in 3,050 kcal.kg<sup>-1</sup>. The cloacal temperature values increased with the increase in the bird's age and, for the mean body weight it was the opposite, which decreased. It can be concluded that, for the thermoneutrality as well as for the heat stress condition, the increase in the metabolizable energy level induced to distinct effects in the physiological responses and in the carcass yield.

**Keywords:** thermal comfort, broiler chickens, physiologic parameters, yields.

## 2.1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira é uma atividade em constante desenvolvimento devido aos altos índices de eficiência produtiva, possuindo o maior e mais avançado acervo tecnológico do setor agropecuário. A acelerada evolução da avicultura resultou na produção de frangos de corte precoces e com grande eficiência para converter diferentes alimentos em proteína animal. No entanto, devido a isso, surgiu uma série de problemas metabólicos e de manejo desses animais, com destaque para o estresse térmico.

Na avicultura de corte, os problemas de bem-estar estão relacionados à saúde das aves, que é diretamente influenciada pela densidade de alojamento, ambiência e manejo (ROCHA et al., 2008). Dentre os fatores ambientais, os térmicos, representados por temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação térmica e movimentação do ar são aqueles que afetam mais diretamente a ave, pois comprometem sua função vital mais importante: a manutenção da própria homeotermia (TINOCO, 2001).

Ao definir conforto térmico, os dois elementos climáticos: temperatura e umidade são altamente correlacionadas, uma vez que, em temperaturas muito elevadas (acima de 35°C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (BAÊTA e SOUZA, 2010).

O estresse térmico é definido como sendo uma resposta das aves à exposição à temperatura ambiente fora da zona de conforto térmico, ocorrendo assim, desencadeamento de respostas fisiológicas para manutenção da homeostase orgânica (LEESON e SUMMERS, 2001).

Segundo Ferreira (2005), a temperatura ambiente pode influenciar o desempenho zootécnico das aves, alterando as seguintes variáveis: consumo de ração, bem-estar animal, produtividade e exigência de manutenção. Portanto, em países de climas tropicais e subtropicais, a intensa radiação solar e os valores elevados de temperatura e de umidade relativa do ar, especialmente no verão, geram condições de desconforto térmico quase permanentes, ocasionando perdas econômicas consideráveis, como redução no desempenho e aumento na mortalidade dos animais (TINOCO et al., 2004). Dependendo da magnitude e da duração do estresse térmico, poderão ocorrer desde pequenos

decréscimos no ganho de peso até prostração e morte dos animais (SILVA JR. et al., 2002).

A alimentação, além de influenciar o desempenho zootécnico e as características de carcaça, é o fator que mais onera os custos de produção de frangos de corte, daí o interesse por rações que proporcionem melhor relação benefício/custo. Considerando que as aves reduzem voluntariamente o consumo de alimento, à medida que a temperatura ambiente se eleva acima da faixa de conforto térmico, uma ração formulada para condições de termoneutralidade não seria adequada para atender as exigências energéticas das aves em condições de estresse por calor.

Altas temperaturas podem acarretar alterações comportamentais, bioquímicas e fisiológicas e com isso provocar prejuízos no desempenho da ave. Quando a temperatura ambiente ultrapassa a zona de conforto térmico, sobretudo em associação com alta umidade relativa do ar, as aves apresentam grande dificuldade em dissipar calor e manter sua temperatura interna (FURLAN, 2006). O nível energético das rações e a temperatura ambiente influenciam o desempenho e a composição da carcaça de frangos de corte, daí a importância de se tratarem conjuntamente os fatores dietéticos e climáticos (Lana et al., 2000). De acordo com Silva Jr. et al. (2002), dependendo da magnitude e da duração do estresse térmico, poderão ocorrer desde pequenos decréscimos no ganho de peso até prostração e morte dos animais.

Uma vez que o consumo de alimentos é reduzido em altas temperaturas ambiente, rações formuladas para atenderem às exigências das aves em temperatura amenas tornam-se inadequadas em ambientes com temperaturas elevadas. Portanto, para que os índices produtivos da avicultura sejam otimizados, é necessário que o sistema de produção se desenvolva dentro de uma faixa de temperatura com poucas variações.

Segundo YUNIANTO et al. (1997), quando a temperatura ambiente atinge um limite crítico superior (27 a 30°C), as aves necessitam diminuir sua produção de calor, como forma de manter o equilíbrio da temperatura corporal. O equilíbrio entre produção e perda de calor é de extrema importância para a manutenção da homeostase térmica.

Em avaliações do efeito da alta temperatura ambiente sobre frangos de corte, recebendo a mesma quantidade de ração, durante a exposição ao calor e

no conforto térmico (“pair-feeding”), AIN BAZIZ et al. (1996) verificaram que as aves na fase de 14 a 42 dias de idade, mantidas no calor, tiveram piora de 23% na conversão alimentar e redução de 23% no ganho de peso em relação às mantidas no conforto térmico. Para esses autores, a queda do ganho de peso corporal das aves expostas ao calor é maior que a queda no consumo de alimento, devido ao desvio de parte da energia metabolizável ingerida para a dissipação de calor corporal por evaporação, prejudicando a conversão alimentar.

Estudando o efeito de temperatura ambiente (16, 19, 22, 25, 28, 31 e 34°C) sobre o desempenho de frangos de corte, no período de 15 a 27 dias de idade, recebendo alimentação forçada de modo que as aves mantidas nas diferentes temperaturas apresentassem o mesmo consumo de ração, YUNIANO et al. (1997) constataram que o ganho de peso aumentou de forma quase linear entre 16 e 28°C, com posterior redução para as temperaturas de 31 e 34°C. A conversão alimentar apresentou comportamento contrário ao observado para ganho de peso, melhorando a conversão alimentar com o aumento da temperatura.

Com relação às características de carcaça, AIN BAZIZ et al. (1996) verificaram maior teor de gordura e menor rendimento de peito para as aves expostas ao calor, enquanto que os rendimentos de carcaça e de coxas+sobrecoxas foram maiores. Também, para TEMIM et al. (2000) a exposição ao calor (32°C) reduziu a percentagem do músculo de peito e aumentou a dos músculos da perna.

O aumento na ofegação durante a exposição ao calor conduz à maior atividade da musculatura do peito e, como as reservas de glicogênio no organismo são muito limitadas, o desenvolvimento da musculatura peitoral pode ser prejudicado. Contudo, o melhor rendimento de coxa+sobrecoxa é devido às quantidades consideráveis de gordura estocada que são utilizadas como substrato energético por aqueles membros. O maior rendimento de carcaça ocorre em função do baixo desenvolvimento visceral e do menor empenamento (GERAERT et al., 1993) das aves em estresse calórico, o que gera aumento proporcional do tamanho da carcaça.

Considerando o exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar o efeito de diferentes níveis de energia metabolizável na ração de frangos de corte,

criados sob duas temperaturas, uma dentro da zona termoneutra e outra de estresse por calor, sobre respostas fisiológicas (temperatura média corporal e temperatura de cloaca) e as características de carcaça (rendimentos de carcaça, cortes e órgãos) no período de 21 a 42 dias de idade.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em quatro câmaras climáticas, localizadas na área experimental do Núcleo de Pesquisa em Ambiente e Engenharia de Sistemas Agroindustriais (AMBIAGRO), pertencente à área de Construções Rurais e Ambiente do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais.

Cada câmara climática possui as dimensões de 2,5 x 3,5 x 2,5 m (respectivamente, altura, comprimento e largura), equipadas com um aquecedor de ar de resistência elétrica (2.000 W de potência), um condicionador de ar do tipo “split” quente/frio, de 12.000 BTU.h<sup>-1</sup> e um umidificador de ar, com capacidade de 4,5 L e débito de névoa de 300 ml.h<sup>-1</sup>.

O aquecedor e o umidificador foram operados por controlador eletrônico MT- 531 R i plus de temperatura e umidade (resolução de 0,1°C; umidade de controle 20 a 85% UR, com resolução de 0,1%UR).

A ventilação aplicada no interior das câmaras climáticas foi obtida por meio de exaustores axiais, A.M.B, Modelo FD 08025S1M DC 12V 0,15A, com acionamento automático, durante todo o período experimental, e foi controlada de forma a manter as temperaturas desejadas e a qualidade do ar dentro dos padrões, conforme normas descritas no Protocolo de Boas Práticas de Produção de Frangos (UBA, 2008). Para isso foi realizada a renovação do ar das câmaras climáticas duas vezes por hora, através de ventilação obtida por meio de exaustores axiais.

O experimento foi realizado na fase final de criação, entre o 21° a 42° dia de vida das aves. Foram utilizados 280 frangos da linhagem Cobb 500, com peso médio inicial de 1,267 kg ( $\pm 5\%$ ) distribuídos em gaiolas com as seguintes dimensões: 1,0m de largura x 0,5m de comprimento x 0,5m de altura, sendo alojadas sete (07) aves em cada gaiola, ou seja, na densidade de 14 aves.m<sup>-2</sup>,

conforme utilizado em condições de campo. As aves ficaram sobre cama nova de maravalha com espessura de 5 cm.

Foram utilizadas duas temperaturas, uma representativa da situação de termoneutralidade (T1) e a outra, da situação de estresse cíclico por calor (T2), conforme determinado por Pareja (2014). Na condição T1 as aves foram submetidas a temperatura de 25°C, durante 24 horas por dia em todo o período experimental. Para a condição T2, as aves foram submetidas a 12 horas de estresse por calor, de 7:00 às 19:00 horas, na temperatura de 31°C, e durante as outras 12 horas ficaram sob temperatura de 25°C, conforme mostrado na Tabela 1.

TABELA 1. Tratamentos experimentais, definidos pela temperatura ambiente, em (°C), impostas aos frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias

Temperatura	Situação	Temp. (°C)	
		7:00h às 19:00h	19:00h às 07:00h
T1	Termoneutralidade	25	25
T2	Estresse por Calor	31	25

A umidade relativa do ar (UR) foi controlada durante o período experimental em ambos os tratamentos, na faixa de 55 a 65%, por meio do sistema automatizado presente nas câmaras climáticas.

Para cada condição térmica imposta, as aves foram submetidas a quatro níveis de energia metabolizável, 3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>, conforme recomendações de Rostagno et al. (2011), apresentadas na Tabela 2.

TABELA 2. Composição das rações experimentais

Ingredientes	Energia Metabolizável kcal.kg <sup>-1</sup>			
	3050	3125	3200	3275
Milho grão	65,6327	63,8867	62,1406	60,3946
Soja farelo 45%	27,1138	27,4137	27,7135	28,0134
Farinha de carne e osso 40%	3,8260	3,8392	4,5412	5,9846
Óleo de soja	1,6544	3,0978	3,8524	3,8655
Calcário	0,4177	0,4125	0,4073	0,4021
Sal comum	0,3886	0,3891	0,3896	0,3901
DI-metionina (99% pureza)	0,3119	0,3135	0,3151	0,3167
L-lisina HCL (99% pureza)	0,3040	0,2979	0,2918	0,2856
Suplemento Vitamínico <sup>1</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
Suplemento Mineral <sup>2</sup>	0,2500	0,2500	0,2500	0,2500
L-treonina (99% pureza)	0,0920	0,0918	0,0916	0,0914
Cloreto de colina 60%	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
L-triptofano (99% pureza)	0,0088	0,0078	0,0069	0,0059
	100,0000	100,0000	100,0000	100,0000
<b>Composição Calculada</b>				
Energ. Met. aves kcal.kg <sup>-1</sup>	3050,00	3125,00	3200,00	3275,00
Proteína bruta	19,8000	19,8000	19,8000	19,8000
Gordura (%)	4,9015	6,2739	7,6464	9,0188
Cálcio (%)	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
Fosforo disponível (%)	0,3500	0,3500	0,3500	0,3500
Lisina digestível das aves (%)	1,1300	1,1300	1,1300	1,1300
Met.+cist.dig.aves (%)	0,8300	0,8300	0,8300	0,8300
Metionina dig.aves (%)	0,5721	0,5727	0,5734	0,5741
Treonina dig.aves (%)	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300
Triptofano dig.aves (%)	0,2040	0,2040	0,2040	0,2040
Sódio (%)	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000

<sup>1</sup> Níveis de garantia por quilo de produto (Mínimo): Ácido fólico 0,3 mg, Ácido Pantotênico 12 mg, Ácido nicotínico 50 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 30 mg, Vitamina A 10.000.000 UI, Vitamina B1 1,5 mg, Vitamina B12 0,015 mg, Vitamina B2 6 mg, Vitamina B6 4 mg, Vitamina D3 2.000.000 UI, Vitamina E 28 UI, Vitamina K3 3mg, Veículo q.s.p.: 1.000g.

<sup>2</sup> Níveis de garantia por quilo de produto (Mínimo): Cobalto 2 mg, Cobre 10 mg, Ferro 50 mg, Iodo 0,7 mg, Manganês 78 g, Selênio 0,18 mg, Zinco 55 mg, Excipiente q.s.p.: 1000 g.

As rações foram fornecidas de forma a manter os comedouros sempre cheios (“*ad libitum*”), seguindo os critérios utilizados em campo. A água também foi fornecida “*ad libitum*” sendo substituída três vezes ao dia, evitando-se assim o aquecimento da mesma nos bebedouros. Os comedouros utilizados foram do tipo calha e os bebedouros tipo *nipple*.

Em cada câmara climática foram monitorados os parâmetros ambientais, temperatura de bulbo seco (TBS), temperatura de globo negro (TGN) e umidade

relativa do ar (UR). Durante o período experimental, esses dados foram registrados diariamente a cada cinco minutos por meio de sensores/registadores com *dataloggers*.

Os dados de temperatura de bulbo seco e de umidade relativa do ar foram mensurados por meio de sensores registradores *dataloggers* T/R da marca Testo, modelo H1, com resolução de  $\pm 0,1$  °C (temperatura) e 1% (umidade), e acurácia de  $\pm 0,5$ °C (temperatura) e  $\pm 1$ % (umidade) e sensores/registadores Hobo H08 Pro (-30°C a +50°C, 0 a 100%) com precisão de  $\pm 0,2$ °C e  $\pm 3$ %.

O programa de luz adotado seguiu os padrões do manual da linhagem COBB (2008), com o uso de uma lâmpada fluorescente de aproximadamente 10 lúmens.m<sup>-2</sup> instalada no teto de cada câmara climática. Foram utilizadas 6 horas de escuro e 18 horas de luz, como mostrado na Tabela 3.

TABELA 3. Programa de luz adotado durante o experimento

Período (horas)		Descrição	Total de horas
Início	Fim		
06:00	21:00	Luz	15
21:00	24:00	Escuro	03
24:00	03:00	Luz	03
03:00	06:00	Escuro	03

Foram avaliados também os parâmetros temperatura superficial de crista (TC), cabeça (TCA), dorso (TD), asa (TA) e pata (TP), para os quais foi utilizado o termômetro Testo 830 T1 - Infrared Thermometer com resolução de  $\pm 1$ °C, precisão  $\pm 1,5$  ° C (0,1 a 400 ° C)  $\pm 2$  ° C ou  $\pm 2$ % (-30 a 0 ° C) e faixa de medição -30°C a + 400°C.

Para a temperatura de cloaca (TCL) foi utilizado o termômetro digital, marca Incoterm, com resolução de 0,1°C, precisão de  $\pm 0,2$ °C, o qual foi introduzido na cloaca das aves e mantido até a estabilização da temperatura.

Com base nos dados de temperatura de cada um dos pontos mencionados foi calculada a Temperatura Média da Pele (TMP) e Temperatura Média Corporal (TMC), de acordo com as equações (1) e (2) propostas por Richards (1971), considerando as temperaturas de superfície e temperatura retal das aves.

$$\mathbf{TMP = 0,03 * TC + 0,70 * TD + 0,12 * TA + 0,06 * TCA + 0,09 * TP} \quad \mathbf{(1)}$$

Em que:

TMP = temperatura média da pele (°C);  
TC = temperatura de crista (°C);  
TD = temperatura do dorso (°C);  
TA = temperatura da asa (°C);  
TCA = temperatura da cabeça (°C);  
TP = temperatura da pata (°C).

$$\mathbf{TMC = 0,30 * TMP + 0,70 * TCL} \quad \mathbf{(2)}$$

Em que:

TMC = Temperatura média corporal (°C);  
TCL = temperatura cloaca (°C).

O registro das variáveis mencionadas foi feito duas vezes por semana em dois horários distintos, a saber, antes e após as aves da condição T2 serem submetidas ao estresse, adotando-se o mesmo critério de horário de coleta para as aves submetidas à temperatura dentro da zona de termoneutralidade T1 (25°C). Foram utilizadas 3 aves por gaiola, selecionadas por amostragem.

Aos 42 dias, foi amostrada uma ave de cada gaiola, totalizando 5 aves em cada nível de energia metabolizável, selecionadas por peso corporal médio da parcela (2,654±5%), para avaliação de gordura abdominal e de rendimentos: carcaça, cortes (peito, coxa + sobrecoxa, asa) e órgãos internos (coração, moela e fígado).

Decorridas seis horas de jejum, as aves foram acondicionadas em caixas e transportadas ao abatedouro. As aves foram insensibilizadas por eletronarcose e em seguida sangradas e depenadas para posterior evisceração. Todos os procedimentos de abate das aves foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFV, mediante protocolo nº 75/2014.

Após a evisceração (sem cabeça, pescoço e pés), o rendimento de carcaça foi obtido em relação ao peso corporal: % RC = (peso carcaça x 100 / peso corporal). Os rendimentos de cortes (peito, de coxa + sobrecoxa e asa) e órgãos internos (coração, moela e fígado) foram calculados em função do peso da carcaça: % RP = (peso da parte x 100 / peso da carcaça). A gordura

abdominal foi calculada em função do peso corporal das aves, obtido antes do processo de abate.

### **2.2.1 Análises Estatísticas**

Para avaliar o efeito da temperatura ambiente e dos níveis de energia metabolizável sobre a temperatura de cloaca (TCL) e temperatura média corporal (TMC), foi feita análise estatística utilizando-se o esquema de parcelas sub-subdivididas, tendo nas parcelas a Temperatura (25°C e 31°C), nas subparcelas os níveis energéticos (3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>), e nas sub-subparcelas as semanas de vida dos animais (SE 4, SE 5, SE 6), em Delineamento Inteiramente Casualizado - D.I.C. com cinco repetições.

Para avaliar o efeito da temperatura ambiente e dos níveis de energia metabolizável sobre o rendimento de carcaça, órgãos e cortes, foi feita análise estatística utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as condições térmicas (T1 e T2), nas subparcelas os níveis de energia metabolizável na ração (3050, 3125, 3200 e 3275 kcal.kg<sup>-1</sup>), em Delineamento Inteiramente Casualizado - D.I.C. com cinco repetições.

Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e regressão para o fator quantitativo os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t Student, adotando-se a nível de 5% de probabilidade, no coeficiente de determinação ( $R^2 = \frac{SQ\ reg.}{SQ\ trat.}$ ) e no fenômeno estudado, as médias foram comparadas utilizando o teste Tukey adotando-se o nível de 5 % de significância.

Utilizou-se o software SAEG (2007) - Sistema para Análises Estatísticas, versão 9.1.

## **2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 4 encontra-se o resumo da ANOVA para as variáveis temperatura de cloaca (TCL) e temperatura média corporal (TMC) correspondentes as temperaturas das câmaras climáticas (TEMP), aos níveis de energia metabolizável (NI), e aos dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 4. Resumo da análise de variância das variáveis: temperatura de cloaca (TCL) e temperatura média corporal (TMC), em (°C), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias (DIAS), submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI)

FV	GL	Horário - 6:00		Horário - 19:00	
		TCL	TMC	TCL	TMC
TEMP	01	1,0144*	4,1246 <sup>NS</sup>	0,5510 <sup>NS</sup>	0,0665 <sup>NS</sup>
Resíduo (a)	08	0,1676	1,6777	0,9709	2,3272
NI	03	0,0883 <sup>NS</sup>	1,1612 <sup>NS</sup>	0,0714 <sup>NS</sup>	5,7230 <sup>NS</sup>
NI x TEMP	03	0,0387 <sup>NS</sup>	1,6747 <sup>NS</sup>	0,0658 <sup>NS</sup>	4,1130 <sup>NS</sup>
Resíduo (b)	24	0,0708	1,6093	0,1255	6,8793
DIAS	02	8,1951**	0,9841 <sup>NS</sup>	6,0395**	2,1341 <sup>NS</sup>
DIAS x TEMP	02	0,2404 <sup>NS</sup>	3,1103 <sup>NS</sup>	1,3903**	8,0118*
DIAS x NI	06	0,1356 <sup>NS</sup>	1,7413 <sup>NS</sup>	0,0453 <sup>NS</sup>	1,7947 <sup>NS</sup>
DIAS x TEMP x NI	06	0,0534 <sup>NS</sup>	1,1323 <sup>NS</sup>	0,1085 <sup>NS</sup>	1,9131 <sup>NS</sup>
Resíduo	64	0,1160	1,4649	0,2028	2,1883
CV(%) Parcela		0,99	3,32	2,36	3,85
CV(%) Subparcela		0,64	3,25	0,85	6,62
CV(%) Subsubparcela		0,82	3,10	1,08	3,73

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup> F não significativo

Como pode ser observado na Tabela 4, isoladamente as temperaturas (TEMP) influenciaram significativamente a temperatura de cloaca (TCL) antes do estresse ( $P < 0,05$ ). Os dias de vida das aves (DIAS) influenciaram significativamente ( $P < 0,01$ ) a temperatura de cloaca (TCL) antes e após o estresse térmico. Observou-se ainda efeito significativo ( $P < 0,01$ ) a temperatura de cloaca (TCL) e ( $P < 0,05$ ) da temperatura média corporal (TMC) após o estresse para a interação dias de vida das aves (DIAS) x temperaturas (TEMP).

Na Tabela 5 estão apresentadas as médias de temperatura de cloaca (TCL) das aves antes do estresse, influenciadas pelas temperaturas (TEMP).

TABELA 5. Valores médios de temperatura de cloaca (TCL) de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para as respectivas temperaturas T1 (25°C) e T2 (31°C)

TEMPERATURAS	TCL
T1	41,01a
T2	41,19b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Observa-se na Tabela 5 que, a temperatura de cloaca (TCL) foi maior para aquelas aves mantidas na temperatura de estresse cíclico por calor  $T_2=31^{\circ}\text{C}$ , quando comparadas àquelas mantidas na temperatura termoneutra  $T_1=25^{\circ}\text{C}$ . As aves mantidas na temperatura de estresse térmico por calor apresentaram valores de temperatura de cloaca considerados normais por Medeiros et al., (2005), que estudaram o efeito de cinco temperaturas (16, 20, 26, 32 e  $36^{\circ}\text{C}$ ), cinco umidades relativas (20, 34, 55, 76 e 90%) e cinco velocidades do ar (0,0; 0,6; 1,5; 2,4 e  $3,0\text{ m.s}^{-1}$ ), em frangos machos da linhagem Avian Farm, criados de 1 à 21 dias de idade em galpões convencionais e de 22 à 42 dias em câmaras climáticas.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias de temperatura de cloaca (TCL) após o estresse, de acordo com os dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 6. Valores médios de temperatura de Cloaca (TCL), de frangos de corte durante a fase final de criação, submetidos a diferentes temperaturas e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para os respectivos dias de vida das aves para as coletas de 6:00 horas

DIAS	TCL
28	40,58b
35	41,31a
42	41,41a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com o que está apresentado na Tabela 6, observa-se que a temperatura de cloaca (TCL) aumenta significativamente com o aumento da idade das aves. Esses resultados corroboram com os de Marchini et al., (2007), que avaliaram a frequência respiratória e temperatura cloacal de frangos de corte machos da linhagem Avian de 1 à 42 dias de vida, submetidos a diferentes condições térmicas (termoneutra durante 24 horas e estresse por calor com duração de uma hora na temperatura de  $38^{\circ}\text{C}$ ), e verificaram o aumento de temperatura de cloaca em função da idade, em aves de crescimento rápido.

Na Tabela 7 estão apresentadas as médias de temperatura de cloaca (TCL) das aves após do estresse, influenciadas pelas temperaturas (TEMP) e dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 7. Valores médios de temperatura de cloaca (TCL) de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI), para as respectivas combinações de dias de vida das aves (DIAS) e temperaturas T1 (25°C) e T2 (31°C)

DIAS	TCL	
	T1	T2
28	41,18Ab	41,47Ab
35	42,19Aa	41,90Aa
42	41,22Ab	41,63Aab

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna para cada variável não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com o que está apresentado na Tabela 7, observa-se também que ocorreu aumento da temperatura de cloaca (TCL) da quarta para quinta semana e redução das mesmas da quinta para a sexta semana. Estes resultados estão de acordo com os verificados por Marchini et al., (2007).

A temperatura de cloaca representa a temperatura do núcleo corporal, e pode ser utilizada como uma boa referência da condição de conforto ou estresse desses animais (BROWN-BRANDTL et al., 2003). O aumento desta é uma resposta fisiológica às condições de temperatura e de umidade relativa do ar elevadas e é resultante do armazenamento do calor metabólico (Silva et al., 2003). Altan et al., (2003) também relataram que, com o aumento da temperatura ambiente, ocorre o aumento da temperatura corporal.

Na Tabela 8 estão apresentadas as médias de temperatura média corporal (TMC) das aves após o estresse, influenciadas pelas temperaturas (TEMP) e dias de vida das aves (DIAS).

TABELA 8. Valores médios de temperatura média corporal (TMC) de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI), para as respectivas combinações de dias de vida das aves (DIAS) e temperaturas T1 (25°C) e T2 (31°C)

DIAS	TMC	
	T1	T2
28	39,44Aa	40,22Aa
35	39,84Aa	38,90Ab
42	39,49Aa	39,79Aab

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha e minúsculas na coluna para cada variável não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com o que está apresentado na Tabela 8, observa-se também que ocorreu uma redução da temperatura média corporal (TMC) com o aumento da idade das aves submetidas ao estresse térmico. Estes resultados diferem dos verificados por Marchini et al., (2007), que concluíram que a temperatura corporal do frango aumenta com a idade, independentemente da temperatura ambiente e que, frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada apresentam aumento na temperatura cloacal.

Na Tabela 9 encontra-se o resumo da ANOVA para as variáveis rendimento de carcaça (CARC), de coração (COR), de fígado (FIG) e de moela (MOEL) correspondentes às temperaturas das câmaras climáticas (TEMP) e aos níveis de energia metabolizável (NI).

TABELA 9. Resumo da análise de variância das variáveis: rendimentos de Carcaça (CARC), Coração (COR), fígado (FIG) e moela (MOEL), em (%) de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias (SE), submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI)

FV	GL	CARC	COR	FIG	MOEL
TEMP	1	61,53012 <sup>NS</sup>	0,03038 <sup>**</sup>	0,00000 <sup>NS</sup>	0,10318 <sup>NS</sup>
Residuo(a)	8	19,80512	0,00140	0,05086	0,16488
NI	3	27,47529 <sup>**</sup>	0,00843 <sup>NS</sup>	0,16249 <sup>NS</sup>	0,09015 <sup>NS</sup>
TEMP x NI	3	17,59432 <sup>*</sup>	0,00716 <sup>NS</sup>	0,05684 <sup>NS</sup>	0,11127 <sup>NS</sup>
Residuo	24	5,01985	0,00401	0,09223	0,16111

<sup>\*\*</sup> F significativo 1%

<sup>\*</sup> F significativo 5%

<sup>NS</sup> F não significativo

Como pode ser observado na Tabela 9, as temperaturas (TEMP) influenciaram significativamente ( $P < 0,01$ ) os resultados de rendimento de coração (COR) dos frangos e os níveis de energia metabolizável na ração (NI) exerceram efeito significativo ( $P < 0,01$ ) sobre o rendimento de carcaça (CARC). Observou-se ainda que a interação temperatura (TEMP) x níveis de energia metabolizável na ração (NI) influenciou significativamente ( $P < 0,05$ ) o rendimento de carcaça (CARC).

Na Tabela 10 estão apresentadas as médias da variável rendimento de coração (COR) das aves, influenciadas pelas temperaturas (TEMP).

TABELA 10. Valores médios de rendimento de coração (COR), em (%), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias (SE), submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para as respectivas temperaturas impostas T1 (25°C) e T2 (31°C)

TEMPERATURA (°C)	COR
T1	0,54590a
T2	0,49078b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste "F".

Observa-se na tabela 10 que houve redução de 10,1% no rendimento de coração (COR) na condição de estresse térmico por calor T2 = 31°C quando comparado à de termoneutralidade (25 °C), resultados estes semelhantes aos encontrados por Oliveira Neto et al., (2000), que avaliaram o efeito de diferentes condições de temperaturas, termoneutralidade (23°C) e estresse por calor (32°C) de frangos de corte machos da linhagem Hubbard na fase final de criação (21 à 42 dias de idade), recebendo quantidades iguais de ração sob efeito de dois níveis de energia metabolizável na ração (3075 e 3300 kcal de EM.kg<sup>-1</sup>). Observaram redução do pesos relativos e absolutos do coração, em razão do estresse por calor.

Laganá et al. (2005), estudaram a influência de duas dietas para frangos de corte macho da linhagem Ross no período de 21 à 42 dias de vida, submetidos a duas condições térmicas, uma de conforto e outra de estresse por calor cíclico e verificaram que o rendimento do coração foi influenciado negativamente pelo ambiente (P<0,02), tendo o estresse por calor causado 13% de redução no rendimento desse órgão. Oliveira et al., (2006), avaliaram o efeito de diferentes temperaturas do ar (16, 20, 25 e 32°C) sobre o desempenho de frangos de corte machos da linhagem Avian Farm no período de 22 à 42 dias de vida e verificaram que o peso relativo do coração diminuiu de forma linear (P<0,01) com o aumento de 16 para 32°C na temperatura ambiente.

A redução do peso dos órgãos de aves expostas a altas temperaturas ambientais constitui um ajuste fisiológico, com a pretensão de diminuir a produção de calor corporal (OLIVEIRA NETO et al., 2000).

A redução no peso do coração em altas temperaturas indica uma adaptação da massa cardíaca às mudanças na carga cardíaca, associada com as mudanças na resistência a circulação (YAHAV, 2002).

Na Figura 1 está representada graficamente, a variação da variável rendimento de carcaça (CARC) dos frangos, de acordo com os níveis de energia metabolizável (NI) na ração.

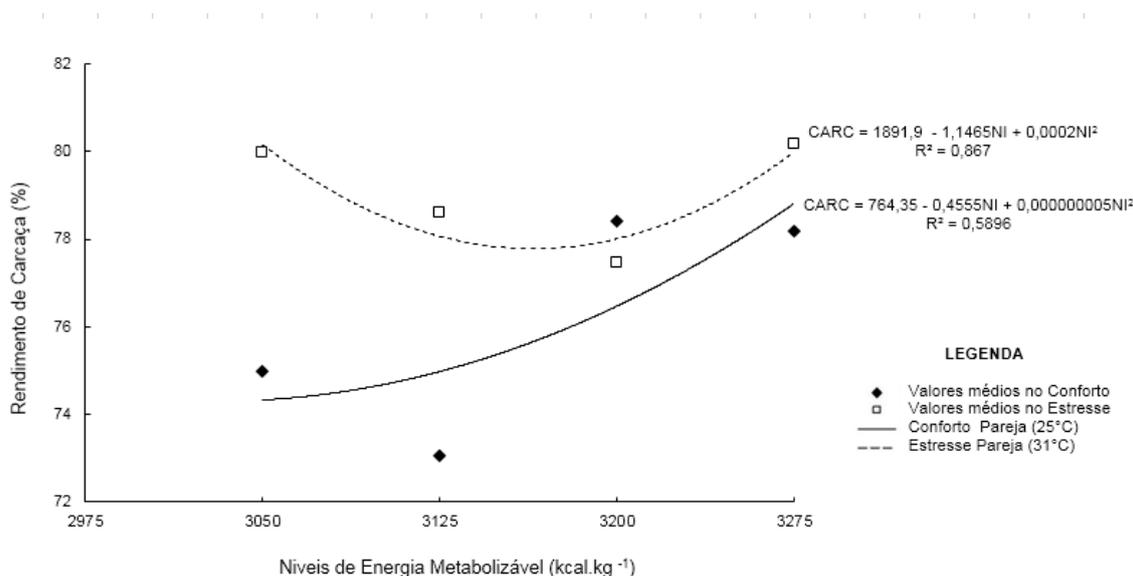


FIGURA 1. Rendimento de Carcaça de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias (DIAS), submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) na ração.

Por meio das curvas de estimativas, apresentadas na Figura 1, observa-se que os níveis de energia metabolizável influenciaram de forma quadrática o rendimento de carcaça, independentemente da temperatura.

Observou-se que o nível de 3200 kcal.kg<sup>-1</sup> resultou em rendimentos de carcaça (CARC) maiores na temperatura dentro da zona de termoneutralidade e menores no estresse cíclico por calor. Porém na temperatura de estresse térmico foram encontrados valores mais altos de rendimento de carcaça (CARC), o que permite inferir que esta variação é devida ao maior peso dos órgãos das aves submetidas a temperatura dentro da zona de termoneutralidade (25°C) e menor peso dos órgãos daquelas mantidas na temperatura de estresse (31°C).

O maior rendimento de carcaça em aves submetidas ao estresse térmico ocorre em função do baixo desenvolvimento visceral e do menor empenamento (GERAERT et al., 1993) o que gera aumento proporcional do tamanho da carcaça. Além de afetar o desempenho produtivo de frangos de corte, a temperatura ambiente modifica a retenção de energia, proteína e gordura na estrutura física do animal. Tal fato, acarreta diversas mudanças adaptativas

fisiológicas, entre elas aquela que ocorre no tamanho dos órgãos internos, o que também contribui para alterar a exigência nutricional de frangos de corte, visto que o gasto de energia pelos tecidos metabolicamente ativos, como fígado, intestino e rins é maior que aquele associado à carcaça (BALDWIN et al., 1980 e OLIVEIRA et al., 2006).

Na Tabela 11 encontra-se o resumo da ANOVA para as variáveis de gordura corporal e rendimento de cortes e acordo com as temperaturas das câmaras climáticas (TEMP) e com os níveis de energia metabolizável (NI).

TABELA 11. Resumo da análise de variância das variáveis: gordura corporal (GOR) em (g) e rendimentos de peito (PEITO), coxa + sobrecoxa (COX + SOB) e asa (ASA), em (%), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI)

FV	GL	PEITO	COX+SOB	ASA	GORD
TEMP	1	26,43735 <sup>NS</sup>	4,17630*	0,24501 <sup>NS</sup>	0,10887 <sup>NS</sup>
Residuo(a)	8	6,88681	0,93073	0,24103	0,15065
NI	3	1,64795 <sup>NS</sup>	10,20922**	0,93819 <sup>NS</sup>	0,21924 <sup>NS</sup>
TEMP x NI	3	12,84644 <sup>NS</sup>	1,22096 <sup>NS</sup>	0,18082 <sup>NS</sup>	0,19115 <sup>NS</sup>
Residuo	24	5,88038	1,57135	0,58082	0,15468

\*\* F significativo 1%

\* F significativo 5%

<sup>NS</sup> não significativo

Como pode ser observado na Tabela 11, as temperaturas (TEMP) influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) os resultados de rendimento de coxa + sobrecoxa (COX+SOB) dos frangos. Observou-se ainda que houve diferença significativa ( $P < 0,01$ ) para os valores médios de rendimento de coxa+sobrecoxa (COX + SOB) em função dos níveis de energia metabolizável na ração.

Na Tabela 12 estão apresentadas as médias de rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) das aves, influenciados pelas temperaturas (TEMP).

TABELA 12. Valores médios de rendimento de coxa+sobrecoxa (COX + SOB) em (%), de frangos de corte com idade entre 21 e 42 dias, submetidos a diferentes temperaturas (TEMP) e distintos níveis de energia metabolizável (NI) para as respectivas temperaturas impostas T1 (25°C) e T2 (31°C).

TEMPERATURA	COX + SOB
T1	29,5860a
T2	28,9398b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste "F".

Observa-se na Tabela 12 que, o rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) atingido no final do período de criação foi 2,1% menor para as aves mantidas na temperatura de estresse térmico, T2=31°C, quando comparadas àquelas mantidas na temperatura dentro da zona de termoneutralidade, T1=25°C. Estes resultados diferem dos verificados por Oliveira Neto et al., (2000), que avaliaram o efeito de diferentes condições de temperatura, termoneutralidade (23°C) e estresse por calor (32°C), de frangos de corte machos da linhagem Hubbard na fase final de criação (21 à 42 dias de idade), recebendo quantidade iguais de ração sob dois níveis de energia metabolizável na ração (3075 e 3300 kcal de EM.kg<sup>-1</sup>). Esses autores verificaram aumento de 1,1% no rendimento de coxa + sobrecoxa (COX+SOB) na temperatura de estresse por calor, e Oliveira et al., (2006), que avaliaram o efeito de diferentes ambientes térmicos (16, 20, 25 e 32°C) sobre o desempenho de frangos de corte machos da linhagem Avian Farm no período de 22 à 42 dias de vida, e verificaram aumento no rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) em relação a elevação da temperatura.

Na Figura 2 está representada graficamente, a variação da variável rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) das aves, de acordo com a variação dos níveis de energia metabolizável (NI) na ração.

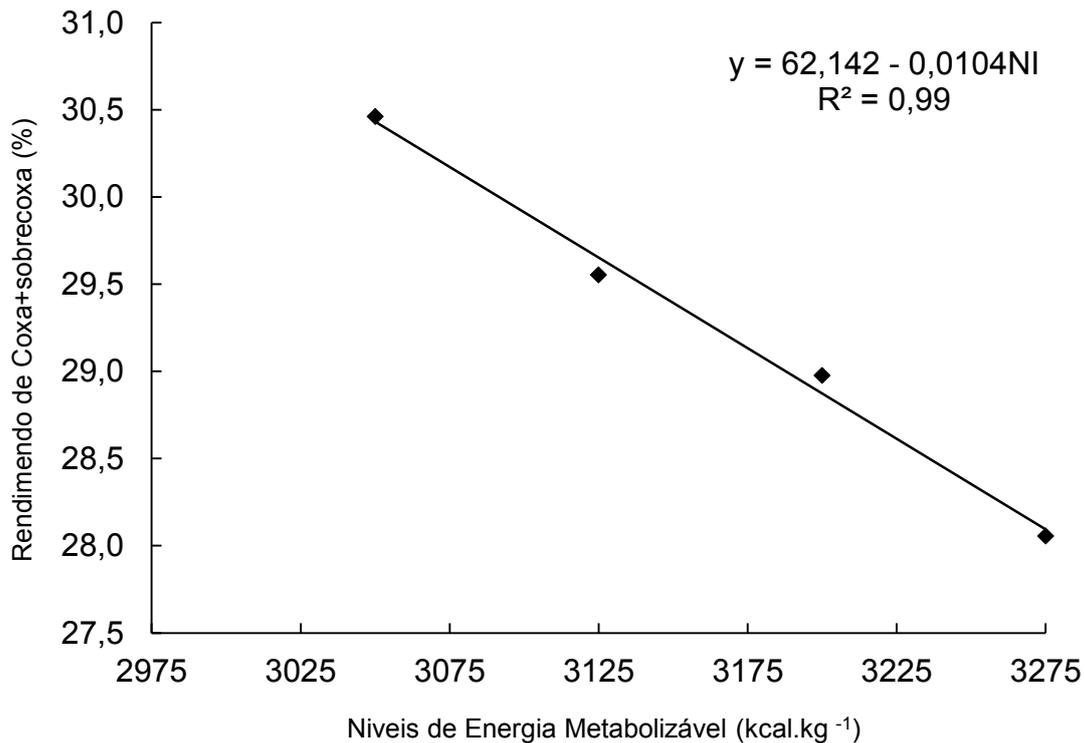


FIGURA 2. Rendimento de coxa+sobrecoxa (COX + SOB) de frangos de corte na fase final de criação, submetidos a diferentes temperaturas e distintos níveis de energia metabolizável (NI) na ração.

Por meio da curva de regressão, apresentada na Figura 2, observa-se que os níveis de energia metabolizável influenciaram de forma linear o rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB), o qual reduziu 7,9% em relação ao aumento nos níveis de energia metabolizável na ração. Resultados estes que diferem dos verificados por Oliveira Neto et al., (1999), que avaliaram cinco níveis de energia metabolizável (3000, 3150, 3225, e 3300 kcal.kg<sup>-1</sup>) em frangos de corte machos da linhagem Hubbard de 22 a 42 dias de vida, submetidos a condição de estresse por calor (31°C) em câmaras climáticas e relataram um aumento no rendimento desses cortes em decorrência do aumento do níveis dos energia metabolizável na ração.

Isto pode ser explicado por diferença de manejo, época de criação, linhagem e densidades populacionais, entre outros fatores e, evidentemente pela diferença entre os níveis de energia utilizados.

## 2.4 CONCLUSÕES

As temperaturas do ambiente influenciaram a temperatura de cloaca (TCL), que foram maiores para as aves submetidas a temperatura de 31°C. O rendimento de coração (COR) foram 10,1% menores para as aves mantidas sob estresse por calor. O mesmo ocorreu para o rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB), da ordem de 2,1%.

Os níveis de energia metabolizável na ração influenciaram o rendimento de carcaça (CARC), que foram maiores para as aves mantidas sob temperatura de 31°C, exceto para o nível de 3200 kcal.kg<sup>-1</sup> onde se verificou que o melhor resultado foi para a situação de conforto. O rendimento de coxa+sobrecoxa (COX+SOB) reduziu 7,9% em relação ao aumento dos níveis na ração, sendo que o melhor rendimento foi no nível de 3050 kcal.kg<sup>-1</sup>.

Os dias de vidas das aves influenciaram a temperatura de cloaca (TCL), que aumentaram com o aumento da idade das aves e o inverso ocorreu para a temperatura média corporal (TMC), que diminuiu com o aumento da idade dos animais.

Pode-se concluir que tanto em condições de termoneutralidade quanto em estresse por calor, o aumento do nível de energia metabolizável na ração proporcionou efeitos distintos nas respostas fisiológicas e nos rendimentos.

## 2.5 REFERÊNCIAS

AIN BAZIZ, H.A.; GERAERT, P.A.; PADILHA, J.C.F. et al. Chronic heat exposure enhances fat deposition and modifies muscle and fat partition in broiler carcasses. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, p.505-513, 1996.

ALTAN, O.; PABUÇCUOĞLU, A.; ALTAN, A.; KONYALIOĞLU, S.; BAYRAKTAR, H. Effect of heat stress on oxidative stress, lipid peroxidation and some stress parameters in broilers. , v. 44, **British Poultry Science**, n. 4, p. 545-550, 2003.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 269 p. 2010.

BALDWIN, R.L.; SMITH, N.E.; TAYLOR, J. et al. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, v.51, p.1416-1428, 1980.

BARBOSA, F. J. V., LOPES, J. B., FIGUEIRÊDO, A. V., ABREU, M. L. T. D., DOURADO, L. R. B., FARIAS, L., e PIRES, J. E. P. Níveis de energia metabolizável em rações para frangos de corte mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 5, p. 849-855, 2008.

BROWN-BRANDL, T. M.; YANAGI JÚNIOR, T.; XIN, H.; GATES, R. S.; BUCKLIN, R. A. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, St. Joseph, v. 19, n. 5, p. 583-589, 2003.

COBB, Manual de manejo de frangos de corte Cobb. 2008. Disponível em: <<http://www.cobb-vantress.com>>. Acesso em: 19 de agosto de 2014.

FERREIRA, R. A. Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos. Viçosa: **Aprenda Fácil**, 371 p, 2005.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó, SC. **Anais...** Concórdia: Embrapa Aves e Suínos, p. 104-135, 2006.

GERAERT, P.A.; GUILLAUMIN, S.; LECLERCQ, B. Are genetically lean broilers more resistant to hot climate? **British Poultry Science**, Abingdon, v.34, p.643-653, 1993.

LAGANÁ, C., RIBEIRO, A. M. L.; KESSLER, A. M.; SOUZA, E. N. Influência do nível nutricional da dieta no rendimento de órgãos e gordura abdominal em frangos estressados por calor. **Revista Brasileira Saúde Produção**. An., v.6, n.2, p. 59-66, 2005.

LANA, G.R.Q.; ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T. et al. Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar sobre o desempenho e a composição de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.1117-1123, 2000.

LESSON, S., SUMMERS, J.D. Scott's Nutrition of the Chickens. 4. ed. Ontario: **University books**, 591p. 2001.

MACARI, M.; FURLAN, L.F.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. São Paulo: **FUNEP/ UNESP**, 296p. 1994.

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.

MEDEIROS, C. M; BAÊTA, F.C; MIRANDA, R.F; TINÔCO, I.F; ALBINO, L.F; CECON, P.R. Efeitos de temperatura, unidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.13, n.4, p.277 – 286, 2005.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de energia metabolizável de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em condições de estresse de calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1054-1062, 1999.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dieta controlada e dois níveis de energia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.163-190, 2000.

OLIVEIRA, G. A., OLIVEIRA, R. F. M., DONZELE, J. L., CECON, P. R., VAZ, R. G. M. V., e ORLANDO, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006.

OLIVEIRA, R. F. M. D., DONZELE, J. L., ABREU, M. L. T. D., FERREIRA, R. A., VAZ, R. G. M. V., e 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.

PAREJA, J.C.A. **Desempenho zootécnico e fisiológico de frangos de corte, na fase final de crescimento, submetidos a diferentes níveis de estresse por calor**. Viçosa: UFV, 2014. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, 2014.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **Journal of Physiology**, v.216, p.1-10, 1971.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.C; BAIÃO, N.C. Produção e bem-estar animal aspectos éticos da produção intensiva de aves. **Ciência Veterinária Tróp.**, Recife-PE, v.11, suplemento1, p.49-55, 2008.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3º Edição. Viçosa: UFV, 252p., 2011.

SAEG - **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

SAKOMURA, N. K., LONGO, F. A., RABELLO, C. B., WATANABE, K., PELÍCIA, K., e FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004.

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

SILVA JR., R.G.C.; CORDEIRO, E.C.G.; LANA, G.R.Q. et al. Exigência nutricional de energia metabolizável para frangos de corte na fase final. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Olinda. **Anais...** Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.

TEMIM, S.; CHAGNEAU, A.M.; PERESSON, R. et al. Chronic heat exposure alters protein turnover of three different skeletal muscles in finishing broiler chickens fed 20 or 25% protein diets. **Journal of Nutrition**, Baltimore, v.130, p.813-819, 2000.

TINÔCO, I. DE F. F.; FIGUEIREDO, J. L. A.; SANTOS, R. C.; SILVA, J. N. DA; PUGLIESI, N. L. Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo. **Engenharia na Agricultura**, v.12, n.1, p.17-23, 2004.

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

UBA - União Brasileira de Avicultura. Relatório. Protocolo de Boas Práticas de Produção de Frangos. Junho/2008. [http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo\\_de\\_boas\\_praticas\\_de\\_producao\\_de\\_frangos.pdf](http://www.avisite.com.br/legislacao/anexos/protocolo_de_boas_praticas_de_producao_de_frangos.pdf), 15 julho. 2014.

WALDROUP, P.W. Nutrient requirement of broilers. In: **Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, 1996, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1996. p.55.

YAHAV, S. Heat stress in broilers: estres de calor en pollos. In: **International Poultry Symposium**, 11., 2002, Ecuador. Resumos... Ecuador: AMEVEA-E, p. 1-14, 2002

YUNIANTO, V.; HAYASHI, K.; KANEDA, S. et al. Effect of environmental temperature on muscle protein turnover and heat production in tube-fed broiler chicken. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v.77, p.897-909, 1997.

ZAHIRADDINI, H.; MIRAI ASHTIANI, S.R.; DHISHIVAZAD, M. et.al. Impact of dietary energy and nutrients concentration on the performance of arian broiler chicks. **Journal of Sciences and Technology of Agriculture and Natural Resources**, v.5, n.2, p.135-135, 2001.

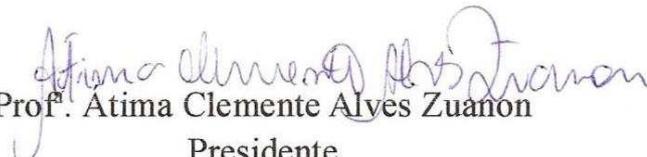
## ANEXO

### CERTIFICADO

A Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA/UFV certifica que o processo nº 75/2014, intitulado “O efeito de diferentes temperaturas e avaliação do desempenho zootécnico de frangos de cortes submetidos a diferentes níveis de energia metabolizável”, coordenado pela professora Cecília de Fátima Souza do Departamento de Engenharia Agrícola, está de acordo com a Legislação vigente (Lei Nº 11.794, de 08 de outubro de 2008), as Resoluções Normativas editadas pelo CONCEA/MCTI, a DBCA (Diretriz Brasileira de Prática para o Cuidado e a Utilização de Animais para Fins Científicos e Didáticos) e as Diretrizes da Prática de Eutanásia preconizadas pelo CONCEA/MCTI, portanto sendo aprovado por esta Comissão em 04/12/2014, com validade de 12 meses.

### CERTIFICATE

The Ethic Committee in Animal Use/UFV certify that the process number 75/2014, named “The effect of different temperatures and performance evaluation of chickens livestock cutting subject to different levels of energy metabolizable”, is in agreement with the actual Brazilian legislation ( Lei Nº 11.794, 2008), Normative Resolutions edited by CONCEA/MCTI, the DBCA (Brazilian Practice Guideline for the Care and Use of Animals for Scientific Purposes and Teaching) and the Guidelines of Practice the Euthanasia recommended by CONCEA/MCTI therefore being approved by the Committee on December 04, 2014 valid for 12 months.

  
Prof. Atima Clemente Alves Zuanon  
Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFV