

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**JULYANA MACHADO DA SILVA MARTINS**

**PLANOS NUTRICIONAIS E SEUS EFEITOS SOBRE ÍNDICES  
PRODUTIVOS, FISIOLÓGICOS E ECONÔMICOS DE FRANGOS DE  
CORTE**

**UBERLÂNDIA  
2014**

**JULYANA MACHADO DA SILVA MARTINS**

**PLANOS NUTRICIONAIS E SEUS EFEITOS SOBRE ÍNDICES  
PRODUTIVOS, FISIOLÓGICOS E ECONÔMICOS DE FRANGOS DE  
CORTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. Evandro de Abreu Fernandes

UBERLÂNDIA

2014

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

M386p Martins, Julyana Machado da Silva, 1988 -  
2014 Planos nutricionais e seus efeitos sobre índices produtivos, fisiológicos e  
econômicos de frangos de corte / Julyana Machado da Silva Martins. – 2014.  
100 f. : il.

Orientador: Evandro de Abreu Fernandes.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Veterinárias.  
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Avicultura - Teses. 2. Frangos de corte - Nutrição -  
Teses. I. Fernandes, Evandro de Abreu, 1949- II. Universidade Federal de  
Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

---

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JULYANA MACHADO DA SILVA MARTINS** – nascida em Nazário, Goiás, em 11 de dezembro de 1988. Zootecnista graduada pela Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de São Luís de Montes Belos, no primeiro semestre de 2011. Ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia no ano de 2012, onde atualmente é mestranda na área de Produção Animal, na linha de pesquisa de Produção de Forragens, Nutrição e Alimentação Animal.

## **DEDICATÓRIA**

A Deus por ter me iluminado e me guiado durante toda minha vida.

À minha amada mãe Osmarina Machado da Silva, e aos meus amados avós Valdim Machado da Silva e Maria Rita da Silva Machado, pelo possível e o impossível que fizeram por mim para que hoje eu pudesse chegar ao fim de mais uma trajetória.

Ao meu noivo Henrique Castilhano, por todo o apoio e amor prestado durante todo o momento.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pela chance de atingir mais um objetivo em minha vida.

À minha mãe e meus avós pelo amor, carinho, e apoio sempre que necessário.

Ao meu irmãozinho Eduardo Bernardo Machado, por existir em minha vida, e me alegrar com um simples sorriso.

A todos meus familiares, pela credibilidade, amizade e compreensão.

Ao meu noivo Henrique Castilhano, por todo amor, carinho, paciência, companheirismo, amizade e compreensão.

Ao meu querido orientador Evandro de Abreu Fernandes por ter sido além de orientador um grande amigo, me prestando enorme ajuda.

Aos meus amigos Fernanda Heloisa Litz, Naiara Simarro Fagundes, Márcia Marques Silveira, Marina Cruvinel Assunção Silva, Carolina Magalhães Caires Carvalho, Cintia Moraes, João Paulo Bueno e Gabriel Ribeiro Miranda de Souza, pela amizade e preciosa ajuda neste trabalho.

Aos amigos de mestrado pela companhia e amizade.

Aos meus amigos de graduação, Maryelle Durães de Oliveira, Luciana Duarte, Bruno Samuel Borges, Pedro Paulo Ferreira Gomes, Danilo Corrêa Silva, Clárisse Carolina, Juliana Macedo dos Santos, Ney Robson Faustino Silva, Felipe Silva, Nabi Alves, Luiz Gustavo Calaça, pela amizade que o tempo nunca apagará.

Ao Rivaldo e Jean por toda ajuda prestada durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca que disponibilizaram seu tempo para ajudar na correção deste trabalho.

A todos os Professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinária, por todos os ensinamentos.

À Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade de realização do mestrado em Ciências Veterinária.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

A satisfação está no esforço e não apenas na realização final.

(Mahatma Gandhi)

## PLANOS NUTRICIONAIS E SEUS EFEITOS SOBRE ÍNDICES PRODUTIVOS, FISIOLÓGICOS E ECONÔMICOS DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar os efeitos de planos nutricionais sobre índices produtivos, fisiológicos e econômicos de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex. O experimento foi inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos, sendo o tratamento referência baseado nos níveis nutricionais e energéticos indicados por Rostagno et al. (2011) e os demais calculados a partir deste (-3%, -1,5%, +1,5% e +3%). Foi avaliado o desempenho acumulado ao final de cada fase da criação, aos 35 e 42 dias de idade as temperaturas superficial e corporal, e aos 42 dias o rendimento de carcaça, pesos relativos de órgãos, composição do peito e a viabilidade econômica. Aos sete, 35 e 42 dias de idade o aumento dos níveis nutricionais e energéticos reduziu o consumo de ração e melhorou a conversão alimentar. Observou-se melhores resultados para composição do peito com o aumento dos níveis nutricionais e energéticos. O índice de custo aumentou com o aumento dos planos nutricionais. As temperaturas de asa, dorso e cloaca não foram afetadas pelos planos nutricionais, e consequentemente as temperaturas superficial média e corporal. Observou-se efeito do aumento dos níveis nutricionais e energéticos nos pesos do fígado, moela e do intestino delgado. Conclui-se que o aumento dos níveis nutricionais e energéticos proporcionou um melhor consumo de ração, conversão alimentar, índice de eficiência econômica e composição de peito, sendo que a temperatura corporal não foi afetada. Entretanto, a análise econômica demonstrou pior resultado ao aumento dos níveis dentro de cada plano.

**Palavras-chave:** Avicultura. Biometria de órgãos. Desempenho. Rendimento de carcaça. Temperatura corporal. Viabilidade econômica.

## **NUTRITIONAL PLANS AND ITS EFFECTS ON PRODUCTIVE, PHYSIOLOGICAL AND ECONOMIC INDICES OF BROILERS**

**ABSTRACT –** The aim of this study was to evaluate nutritional plans effects on production, physiological and economic rates of Hubbard Flex broiler breed. The experiment was completely randomized, with five treatments, being the reference treatment based on nutrient and energy levels indicated by Rostagno et al. (2011) and the others calculated from this ( -3 % , -1.5 % , + 1.5 % and + 3 % ). Cumulative performance was evaluated at the end of each growing phase, at 35 and 42 days old superficial and body temperatures, at 42 days old carcass yield, relative organs weights, breast composition and economic viability. At 35 and 42 days old energy increased and nutrient levels reduced feed intake and improved feed conversion. A better breast composition was observed better with increased nutrient and energy levels. Costs increased with increasing dietary plans. Wing, back and cloacal temperature were not affected by dietary plans, and consequently superficial body rates temperatures. Effect on energetic and nutritional levels increased on liver, gizzard and the small intestine weights were observed. We conclude that increasing nutrient and energy levels had better feed intake , feed conversion rate, economic efficiency and breast composition, as body temperature was not affected. However , economic analysis showed worst result to higher levels within each plan.

**Keywords:** Aviculture. Body temperature. Carcass yield. Economic viability. Performance. Organ biometric.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ATP: adenosina trifosfato  
CAr: conversão alimentar real  
CAt: conversão alimentar tradicional  
CEUA: Comitê de Ética na Utilização de Animais  
cm: centímetro(s)  
CR: consumo de ração  
EM: energia metabolizável  
EMAn: energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio  
g: grama(s)  
h: hora(s)  
IC: índice de custo  
IEE: índice de eficiência econômica  
IEP: índice de eficiência produtiva  
kcal: quilocaloria(s)  
kg: quilograma(s)  
LAMRA: Laboratório de Análises de Matérias Primas e Rações  
mg: miligrama(s)  
MS: matéria seca  
PB: proteína bruta  
PV: peso vivo  
PVC: policloreto de polivinila  
RC: rendimento de carcaça  
RCSPCP: rendimento de carcaça de sem pés, cabeça e pescoço  
RPC: rendimento de peito completo  
RPSP: rendimento de peito sem pele  
RPSPO: rendimento de peito sem pele e osso  
TC: temperatura corporal  
TSM: temperatura superficial média  
UFU: Universidade Federal de Uberlândia  
UI: unidade internacional  
Yi: custo da ração por quilo de peso vivo ganho ou da carcaça

## **LISTA DE SÍMBOLOS**

$R^2$ : coeficiente de determinação

$^{\circ}\text{C}$ : grau Celsius

$\pm$ : mais ou menos

$\%$ : porcentagem(s)

## **LISTA DE FIGURA**

### **CAPÍTULO 2**

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Efeito dos planos nutricionais o índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade..... | 61 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |    |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase pré-inical (1 a 7 dias de idade).....                                                                                                                                                           | 48 |
| Tabela 2. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase inicial (8 a 21 dias de idade).....                                                                                                                                                             | 49 |
| Tabela 3. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase de crescimento (22 a 35 dias de idade).....                                                                                                                                                     | 50 |
| Tabela 4. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase final (36 a 42 dias de idade).....                                                                                                                                                              | 51 |
| Tabela 5. | Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt) e viabilidade de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 7 dias de idade.....                                        | 55 |
| Tabela 6. | Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt) e viabilidade de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 21 dias de idade.....                                       | 57 |
| Tabela 7. | Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt) e viabilidade de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 35 dias de idade.....                                       | 58 |
| Tabela 8. | Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt), viabilidade e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade..... | 59 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 9.  | Rendimentos percentuais de carcaça (RC), carcaça sem pés, cabeça e pescoço (RCSPCP), peito completo (RPC), peito sem pele (RPSP) e de peito sem pele e osso (RPSPO) de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade submetidos a diferentes planos nutricionais..... | 62 |
| Tabela 10. | Rendimentos percentuais de coxa+sobrecoxa, asa e dorso de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                                                                                                             | 63 |
| Tabela 11. | Teores médios percentuais de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo na matéria natural de peito de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                                                             | 65 |
| Tabela 12. | Custo da ração (Y <sub>i</sub> ) por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte, da linhagem Hubbard Flex, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                           | 67 |
| Tabela 13. | Custo da ração (Y <sub>i</sub> ) por quilograma de carcaça, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte, da linhagem Hubbard Flex, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                                   | 67 |

### CAPÍTULO 3

|           |                                                                                                                                       |    |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase pré-inical (1 a 7 dias de idade).....       | 82 |
| Tabela 2. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase inicial (8 a 21 dias de idade).....         | 83 |
| Tabela 3. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase de crescimento (22 a 35 dias de idade)..... | 84 |
| Tabela 4. | Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase final (36 a 42 dias de idade).....          | 85 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 5.  | Valores de temperatura em graus Celsius, mínima, média e máxima, registradas semanalmente no interior do galpão de criação de frangos de corte de um a 42 dias de idade, Uberlândia, Minas Gerais, nos meses de março e abril de 2013.....      | 86 |
| Tabela 6.  | Temperaturas em graus Celsius (°C) da canela (Tcanela), asa (Tasa), cabeça (Tcabeça) e dorso (Tdorso) de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                         | 88 |
| Tabela 7.  | Interação entre sexos e idades para temperatura do dorso de frangos de corte, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                                                                                       | 89 |
| Tabela 8.  | Temperatura superficial média (TSM), temperatura da cloaca (Tcloaca) e temperatura corporal média (TCM) em graus Celsius (°C) de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais..... | 90 |
| Tabela 9.  | Interação entre sexos e idades para temperatura superficial média de frangos de corte, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                                                                              | 91 |
| Tabela 10. | Peso corporal e pesos relativos do coração, fígado, moela e intestino delgado de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.....                                                      | 92 |

## SUMÁRIO

|                                                                                                                               |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>                                                                                  | <b>17</b> |
| 1.1 Planos Nutricionais.....                                                                                                  | 18        |
| 1.2 Níveis de Energia Metabolizável.....                                                                                      | 19        |
| 1.3 Níveis de Proteína e Aminoácidos Digestíveis.....                                                                         | 21        |
| 1.4 Influência dos Níveis Nutricionais no Desempenho de frangos de corte.....                                                 | 25        |
| 1.5 Influência dos Níveis Nutricionais sobre o Rendimento e Qualidade da Carcaça.....                                         | 27        |
| 1.6 Influência dos Níveis Nutricionais na Temperatura Corporal Desenvolvimento dos Órgãos.....                                | 29        |
| Referências.....                                                                                                              | 31        |
| <b>CAPÍTULO 2. EFEITO DE DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE FRANGOS DE CORTE.....</b> | <b>44</b> |
| 2.1 Introdução.....                                                                                                           | 45        |
| 2.2 Material e Métodos.....                                                                                                   | 46        |
| 2.2.1 Localização e Época de Realização.....                                                                                  | 46        |
| 2.2.2 Aves e Instalações.....                                                                                                 | 46        |
| 2.2.3 Delineamento Experimental.....                                                                                          | 47        |
| 2.2.4 Manejo Experimental.....                                                                                                | 51        |
| 2.2.5 Variáveis Analisadas.....                                                                                               | 52        |
| 2.2.5.1 Índices de desempenho.....                                                                                            | 52        |
| 2.2.5.2 Rendimento de carcaça e cortes.....                                                                                   | 52        |
| 2.2.5.3 Composição de peito.....                                                                                              | 53        |
| 2.2.5.4 Viabilidade econômica.....                                                                                            | 54        |
| 2.2.6 Análise Estatística.....                                                                                                | 55        |
| 2.3 Resultados e Discussão.....                                                                                               | 55        |
| 2.4 Conclusão.....                                                                                                            | 68        |
| Referências.....                                                                                                              | 68        |

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| CAPÍTULO 3. EFEITO DE DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE A TEMPERATURA CORPORAL E BIOMETRIA DE ORGÃOS EM FRANGOS DE CORTE..... | 78  |
| 3.1    Introdução.....                                                                                                           | 79  |
| 3.2    Material e Métodos.....                                                                                                   | 80  |
| 3.2.1    Localização e Época de Realização.....                                                                                  | 80  |
| 3.2.2    Aves e Instalações.....                                                                                                 | 80  |
| 3.2.3    Delineamento Experimental.....                                                                                          | 81  |
| 3.2.4    Manejo Experimental.....                                                                                                | 85  |
| 3.2.5    Variáveis Analisadas.....                                                                                               | 86  |
| 3.2.5.2    Temperaturas superficiais, cloacal e corporal.....                                                                    | 86  |
| 3.2.5.2    Biometria de órgãos.....                                                                                              | 87  |
| 3.2.6    Análise Estatística.....                                                                                                | 88  |
| 3.3    Resultados e Discussão.....                                                                                               | 88  |
| 3.4    Conclusão.....                                                                                                            | 94  |
| Referências.....                                                                                                                 | 94  |
| ANEXO 1.        Análise final da Comissão de Ética na Utilização de Animais para o protocolo registro CEUA/UFU 002/13.....       | 100 |

## CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A avicultura industrial brasileira é um dos mais importantes e sólidos setores do agronegócio, caracterizado por apresentar uma evolução contínua nas diversas fases da cadeia produtiva, colocando o Brasil em posição de destaque no cenário mundial. Levantamentos realizados pela União Brasileira de Avicultura (UBABEF, 2014) mostram que a produção de carne de frangos totalizou 12,308 milhões de toneladas em 2013, com um aumento da receita de 3,4% em relação ao ano anterior, mantendo-se como terceiro maior produtor atrás dos Estados Unidos e da China. As exportações ao longo de 2013 atingiram 3,891 milhões de toneladas, consolidando o Brasil como maior exportador mundial de carne de frangos.

Estes índices são atribuídos aos recursos tecnológicos nas áreas de melhoramento genético, sanidade, ambiência e nutrição. Onde se destaca a nutrição que constitui um fator de grande importância para que a linhagem possa expressar o máximo de seu potencial genético, produzindo animais altamente eficazes em resultados zootécnicos e econômicos. Neste contexto, a adoção de novos critérios de nutrição se faz necessária para garantir e maximizar a produtividade, como a definição de níveis nutricionais adequados da dieta, para suprir as exigências dos frangos de corte, uma vez que as linhagens atuais têm exigências nutricionais muito específicas e são diferentes das linhagens criadas há alguns anos atrás.

Recentemente, Jafarnejad e Sadegh (2011), Nagata et al. (2011) e Bolarinwa e Adeola (2012) concluíram que dietas nutricionalmente equilibradas, com uma relação ideal de energia: proteína formulada dentro dos conceitos de proteína ideal e de aminoácidos digestíveis têm grande influência no desempenho de frangos de corte, assim como efeitos positivos no rendimento e na composição da carcaça.

O balanceamento de dietas para maximizar o desempenho e a qualidade da carcaça em frangos de corte é com frequência uma decisão difícil para a indústria avícola, em virtude, principalmente das implicações existentes quanto às respostas de produção e produtividade e suas consequências sobre o custo. Ainda mais que o objetivo da produção de frangos de corte não é tão somente alcançar ótimo peso de abate associado à melhor conversão alimentar, mas também produzir carcaças com alta proporção de tecido magro, e de cortes nobres.

Visto que o melhoramento genético das linhagens é dinâmico, com mudanças adaptativas às demandas crescentes do mercado consumidor, a nutrição deve

acompanhar essas constantes mudanças para garantir o máximo desempenho. Considerando que a linhagem Hubbard Flex é uma linha introduzida recentemente no Brasil, onde as condições climáticas, o parque industrial de produção e os ingredientes comumente usados nas dietas são diferentes do seu país de origem, torna-se importante comparar e investigar que níveis nutricionais são adequados para proporcionar o máximo desempenho, rendimento de cortes e qualidade da carne.

Objetivou-se comparar cinco diferentes planos nutricionais e avaliar seus efeitos sobre os índices de desempenho produtivo, fisiológicos e econômicos de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex, criados nas condições ambientais de verão da região sudeste brasileira.

### **1.1 Planos Nutricionais**

Tendo em vista que há diversas recomendações nutricionais para formular dietas para frangos de corte e que, encontrar os níveis ótimos dos nutrientes para melhorar o desempenho e alcançar retorno econômico máximo é um grande desafio, pois as respostas das aves variam muito. Portanto, é necessário conhecer as exigências nutricionais das aves para ajustar os nutrientes das dietas, resultando em uma formulação correta (FANHANI, 2011).

Para a elaboração de um plano nutricional é comum o nutricionista basear-se nas recomendações das tabelas publicadas nos Estados Unidos (SCOTT et al., 1982; WALDROUP, 1991; NRC, 1994) na Europa (ARC, 1975; INRA, 1984; AEC, 1993) e no Brasil (ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011) ou nas recomendações dos manuais de alimentação e manejo das linhagens comerciais fornecidos pelos detentores do material genético. Entretanto, os dados confundem-se graças às interações que ocorrem entre os diversos fatores ambientais envolvidos. A diversidade de informações e particularidades em que os dados de cada trabalho são coletados exige cautela na análise dos objetivos de cada formulação (BARBOZA et al., 2000).

A tabela de exigências nutricionais para aves, elaborada pelo National Research Council (NRC), é a tabela internacionalmente mais utilizada no meio acadêmico e sua última edição ocorreu em 1994 (NRC, 1994). Contudo, sua utilização no Brasil, pode implicar em redução do desempenho, devido às condições

ambientais serem bastante diferentes. No Brasil, as mais utilizadas são as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos, elaboradas por especialistas da Universidade Federal de Viçosa, que representa os resultados de pesquisas com aves em condições ambientais brasileiras. As duas últimas edições são de 2005 (ROSTAGNO et al., 2005) e de 2011 (ROSTAGNO et al., 2011). Entretanto, nem sempre a utilização destas recomendações é ideal, já que existem diferenças entre as linhagens, e cada uma tem uma expressão de desempenho diferente.

Assim, a disponibilidade de diferentes recomendações nutricionais procedentes de vários países, distantes da realidade climática e produtiva do Brasil, e das diferenças de climas nas diversas regiões do país, tem sido um problema ao se estabelecer a melhor recomendação nutricional para cada linhagem (ARAÚJO et al., 2002). No mesmo sentido, é pertinente estudar exigências considerando as diferenças genéticas, pois as orientações das principais tabelas podem estar ultrapassadas (TRINDADE NETO et al., 2009).

## **1.2 Níveis de Energia Metabolizável**

A energia é um componente fundamental na elaboração de dietas, e não é um nutriente, mas o resultado da oxidação de carboidratos, lipídeos e proteínas (NRC, 1994), que é produzida como calor e usada nos processos metabólicos (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Todos os constituintes orgânicos de um alimento, ou seja, as proteínas, os lipídios e os carboidratos, representam uma energia química potencial a ser utilizada pelo organismo animal, enquanto que as vitaminas, os microelementos e alguns macroelementos minerais, como o fósforo, representam os meios de viabilização desta energia. A energia química armazenada em um alimento é liberada pelo processo oxidativo no organismo, o que proporciona a capacidade de atender as demandas de energia gastas nos processos metabólicos de manutenção, trabalho e ganho de peso dos animais (ANDRIGUETTO et al., 2002).

O valor de energia bruta dos alimentos não expressa com precisão o quanto desta energia pode ser utilizada pelo animal. A energia metabolizável (EM) é uma estimativa da energia dietética que está disponível para ser metabolizada pelo animal, e consiste na diferença entre energia bruta consumida e a energia bruta perdida nas fezes, urina e gases. Portanto, têm-se utilizado valores de energia

metabolizável aparente dos alimentos nas formulações de rações para aves (MELLO et al., 2009).

A concentração adequada de energia disponível e sua relação com os nutrientes da dieta é um fator importante para assegurar o sucesso dos programas nutricionais, uma vez que são capazes de maximizar o desempenho produtivo e a qualidade da carcaça, pois a energia está relacionada com a regulação do consumo de ração e na quantidade de nutrientes ingeridos (SAKOMURA et al., 2004; MENDONÇA et al., 2008; ROLL et al., 2011; ALVARENGA, 2012; BOLARINWA e ADEOLA, 2012).

Na composição do custo total das rações, a energia é o item mais caro, devido à quantidade de alimentos utilizados para seu atendimento (VASCONCELLOS et al., 2011). À medida que aumenta o nível de energia metabolizável da dieta, os custos também sobem, o que deve ser considerado, principalmente quanto ao equilíbrio dos outros nutrientes.

Para determinação dos valores de energia metabolizável na dieta de frangos de corte, a idade das aves deve ser considerada, visto que há um incremento na digestibilidade com a idade, pois o trato digestivo se desenvolve, melhorando sua capacidade de aproveitamento dos nutrientes e da energia dos alimentos (MELLO et al., 2009). Segundo Sakomura et al. (2004), os menores valores de energia metabolizável encontrados para os alimentos que compõe as dietas nas três primeiras semanas de idade das aves podem ser justificados pelos baixos coeficientes de digestibilidade do extrato etéreo nesta fase, assim como, pelas baixas atividades da amilase e da lipase, de modo que nesse período a capacidade de digestão das aves não está totalmente desenvolvida, o que limita o aproveitamento dos nutrientes, principalmente gorduras.

Fagundes (2011) comparou a capacidade digestiva de frangos de corte da linhagem Cobb Avian, de um a 27 dias de idade alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável (baixo, médio e alto), e encontrou melhor digestibilidade de nutrientes na dieta com nível de energia metabolizável médio (2.950, 3.050 e 3.150 kcal/kg para 1 a 9, 10 a 21 e 22 a 27 dias respectivamente). Concluiu que a digestibilidade dos nutrientes e do conteúdo de energia bruta da dieta reduz a partir dos três primeiros dias de vida do pinto, ascendendo ligeiramente após sete a nove dias, contudo, ao atingir 27 dias de idade o patamar de digestibilidade alcançado ainda era inferior àquele obtido nos três primeiros dias.

Para Nascif et al. (2004) e Ravindran, Wu e Hendriks (2004), os valores de energia metabolizável podem ser influenciados pelo sexo das aves, entretanto Deng et al. (2012) não observaram diferenças significativas nos valores de energia metabolizável determinados com machos e fêmeas, quando testaram diferentes alimentos.

A temperatura ambiental é outro fator importante, na determinação da quantidade de energia metabolizável da dieta, como observado por Dale e Fuller (1980), ao demonstrarem que efeitos menos adversos das altas temperaturas sobre o ganho de peso são observados com o aumento da densidade energética da dieta. Todavia uma outra visão de oportunidade de manipulação do conteúdo de energia das rações foi desenvolvida para condições ambientais de conforto térmico e Oliveira Neto et al. (2000) ao estudarem o efeito de níveis de energia metabolizável sobre o desempenho de frangos de corte machos Hubbard, de 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, confirmaram melhoras no ganho de peso e na conversão alimentar, em razão do aumento do nível de EM da ração.

Além dos fatores citados, a genética também influencia a quantidade de energia metabolizável das dietas, sendo necessária a avaliação dos níveis mais adequados para cada linhagem.

### **1.3 Níveis de Proteína e Aminoácidos Digestíveis**

Durante muitos anos, as dietas para aves foram formuladas baseadas na proteína bruta (PB) e aminoácidos totais dos alimentos, resultando em excesso de aminoácidos ou em desequilíbrio em relação às exigências reais dos animais (BERTECHINI, 2006; DUARTE, 2009; SILVA et al., 2010; MORAIS, 2011; SILVA, 2012), onde o excesso catabolizado pelo organismo, metabolicamente ineficiente, reflete em gasto energético para o animal, além de maior excreção de nitrogênio para o meio ambiente (MORAIS, 2011). Há um tempo, Parsons et al. (1992) sugeriam que formular dietas para aves com base em aminoácidos totais é o mesmo que formular baseando-se em energia bruta, devendo ser baseadas em aminoácidos digestíveis.

A formulação de dietas com base em um nível mínimo de proteína bruta normalmente resulta em valores de proteína bastante altos, em função da adoção de margens de segurança para garantir o fornecimento dos aminoácidos essenciais. Há

que se salientar que as aves não têm requerimentos nutricionais para proteína bruta, e sim para cada um dos aminoácidos essenciais constituintes das proteínas (COSTA; GOULART, 2010).

O crescimento e desenvolvimento da indústria de aminoácidos sintéticos possibilitaram aos nutricionistas à suplementação de dietas com estes nutrientes facilitando o ajuste das formulações e o atendimento das exigências de aminoácidos essenciais, principalmente metionina, lisina e treonina, melhorando o rendimento dos frangos de corte e possibilitando maior conforto nos galpões por reduzir a produção de amônia e a excreção de nitrogênio (TRINDADE NETO et al., 2009), redução do incremento de calor metabólico (ARAÚJO; JUNQUEIRA; ARAÚJO, 2004), além da redução no custo total da dieta (TRINDADE NETO et al., 2009; VASCONCELLOS et al., 2012).

São muitas as pesquisas que mostram a possibilidade de redução dos níveis de proteína bruta da ração quando se faz a inclusão de aminoácidos industriais (AFTAB; ASHRAF; JIANG, 2006; CORZO et al., 2010; DOZIER et al., 2011). Entretanto, Sabino et al. (2004) e Dean, Bidner e Southen (2006) relatam que níveis de redução acima de três pontos percentuais, mesmo com a suplementação dos aminoácidos metionina, lisina, treonina e triptofano, resultaram em pior desempenho de frangos de corte na fase de crescimento.

Um importante avanço na nutrição de frangos de corte foi o desenvolvimento do conceito de uma proteína ideal. Esse conceito preconiza que as aves necessitam de aminoácidos em certo equilíbrio para haver desempenho ótimo. Qualquer aminoácido que esteja em excesso em comparação ao primeiro aminoácido limitante será oxidado e o nitrogênio, excretado. O conceito de proteína ideal foi primeiramente definido por Mitchell (1964) como sendo uma mistura de aminoácidos ou proteína, cuja composição atende às exigências dos animais para os processos de manutenção e crescimento. Para Parsons e Baker (1994), proteína ideal é uma mistura de aminoácidos com total disponibilidade de digestão e metabolismo, capazes de fornecer sem excessos nem deficiências as necessidades absolutas de todos os aminoácidos requeridos para manutenção e produção da ave, favorecendo a deposição proteica com máxima eficiência.

O conceito de proteína ideal estabelece que todos os aminoácidos essenciais sejam expressos como proporções ideais ou porcentagens de um aminoácido de referência. Embora a lisina seja o segundo aminoácido limitante para aves, depois

da metionina, segundo Emmert e Baker (1997) foi escolhida como aminoácido referência em função da sua inclusão em dietas ser economicamente viável, das exigências estarem bem documentadas em diferentes condições ambientais e serem facilmente mensuradas, de ser utilizada quase que exclusivamente para a deposição de proteína e, portanto, as exigências sofrem pouca influência de outras funções metabólicas (exigência de manutenção) ou do empenamento, como é o caso de metionina+cistina. E não há interações metabólicas entre a lisina e os outros aminoácidos.

A maior vantagem na utilização do conceito de proteína ideal é a simplificação da formulação da dieta. Uma vez determinada à exigência do animal em lisina digestível, as exigências de todos os outros aminoácidos essenciais podem ser facilmente calculadas. Mendoza et al. (1999) realizaram um experimento comparando dietas formuladas à base de proteína bruta versus proteína ideal. Na formulação das dietas pela proteína ideal, utilizaram-se os níveis nutricionais recomendados por Han e Baker (1994) e nas dietas formuladas pela proteína bruta, as recomendações do NRC (1994). Os autores constataram que as dietas formuladas com base na proteína ideal proporcionaram melhor ganho de peso e fator de produção em relação às dietas à base de proteína bruta, tanto para os machos quanto para as fêmeas, durante todas as fases de criação.

Caso o balanço entre lisina e os demais aminoácidos não esteja corretamente estabelecido, a utilização de lisina pelas aves será comprometida pelo primeiro aminoácido limitante. Esse efeito foi demonstrado por Conhalato et al. (1999), onde em um de seus experimentos estabeleceu a exigência de lisina digestível para frangos de corte machos, no período de um a 21 dias de idade em 1,05% para ganho de peso e 1,03% para conversão alimentar utilizando formulação convencional da dieta. Num outro experimento, verificou uma exigência de 1,20% para os mesmos parâmetros quando trabalhou com dietas formuladas dentro do conceito de proteína ideal, demonstrando assim que no primeiro experimento havia algum aminoácido que limitava a utilização da lisina, afetando a complementação das exigências.

Com base no desempenho de frangos alimentados com dietas suplementadas com aminoácidos sintéticos, Baker e Han (1994) estabeleceram as proporções de metionina+cistina, treonina, triptofano e arginina disponíveis em relação à lisina como sendo, 72, 67, 16 e 105%, respectivamente. Enquanto Baker

et al. (2002) completaram a relação de aminoácidos essenciais determinando a relação ideal para frangos de corte machos no período de 8 a 21 dias de idade de 16,6% triptofano, 55,7% treonina, 61,4% isoleucina, 77,5% valina.

Recentemente, as relações aminoácido:lisina digestíveis foram publicadas nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suíños (ROSTAGNO et al., 2011) considerando a lisina como referência, metionina 39% e 40%, metionina + cistina 72% e 73%, treonina 65% e 65%, triptofano 17% e 18%, arginina 108% e 108%, glicina + serina 147% e 134%, valina 77% e 78%, isoleucina 67% e 68%, leucina 107% e 108%, histidina 37% e 37%, fenilalanina 63% e 63%, fenilalanina + tirosina 115% e 115%, respectivamente para as fases de um a 21 dias e de 22 a 56 dias de idade.

Muitos fatores podem influenciar as exigências de aminoácidos de frangos de corte em qualquer fase de crescimento, tais como fatores dietéticos (nível de proteína bruta e de energia), ambientais (principalmente temperatura) e composição corporal (BAKER; HAN, 1994, HOLSHEIME; VEREJKEN; SCHUTTE, 1994; RANGEL-LUGO; SU; AUSTIC, 1994; SILVA et al., 2010).

Koling, Kessler e Ribeiro (2005) estudaram o efeito de dietas com diferentes níveis de proteína e, portanto, diferentes relações energia:proteína e aminoácidos sobre o desempenho e a composição corporal de frangos de corte, bem como a influência destes fatores sobre a eficiência de utilização dos nutrientes. O aumento de proteína e de aminoácidos na dieta, mantendo a mesma energia não alterou o desempenho das aves em comparação à dieta controle. No entanto, o decréscimo em proteína e aminoácidos reduziu o desempenho dos animais. As aves foram mais sensíveis à deficiência de aminoácidos e proteína na fase inicial.

No caso da temperatura ambiental, sua variação não aumenta nem diminui as exigências em aminoácidos. Entretanto, quando o consumo da ração é alterado pela temperatura, é necessário também um ajuste em todos os nutrientes das dietas. Oliveira et al. (2011) experimentaram a redução do nível de proteína bruta da ração (21,6; 20,6; 19,6; 18,6 e 17,6% de PB) formulada com base no conceito de proteína ideal e suplementada com aminoácidos industriais e avaliaram o efeito sobre o desempenho e rendimento de cortes em frangos machos, da linhagem Cobb entre 22 a 42 dias de idade, mantidos em ambiente termoneutro, e verificaram que a redução de 21,6 para 17,6%, piorou a conversão alimentar mas não influenciou as demais variáveis estudadas.

Ainda, os requerimentos de aminoácidos são afetados por outros fatores como: linhagem (desenvolvimento acelerado ou reduzido), sexo, e conformação (cortes ou carcaça) (KIDD et al., 2004). Por esses motivos, fica difícil direcionar todas as possíveis combinações experimentais para determinar uma exigência para cada aminoácido (MORAN JUNIOR, 1994).

Dozier et al. (2008) e Stilborn et al. (2010) caracterizaram a influência do sexo, pois os machos apresentam maior exigência de aminoácidos que as fêmeas, apresentando maior peso e metabolismo basal. Mas é possível pela indústria avícola a adoção da produção de frangos de corte mistos, entretanto, os gastos com a alimentação podem ser aumentados.

Coneglan et al. (2010) realizaram experimentos com frangos machos de dois genótipos, sendo um de crescimento inicial rápido (Cobb 500) e outro de crescimento inicial lento (Ross 308) utilizando dietas de diferentes perfis proteicos (alto, médio e baixo) e quatro períodos de criação distribuídos no período de 1 a 40 dias de idade. Estes autores observaram melhor desempenho do genótipo de crescimento inicial rápido em todas as fases, não sendo observadas diferenças para rendimento de cortes nobres.

Assim como os fatores já descritos, a idade do animal afeta rigorosamente a exigência de proteína. Atenção especial deve ser dispensada à nutrição de frangos de corte na fase pré-inicial, quando ocorre o maior desenvolvimento fisiológico, influenciando diretamente o desempenho das demais fases.

#### **1.4 Influência dos Níveis Nutricionais no Desempenho de Frangos de Corte**

A elevada taxa de crescimento apresentada pelos frangos de corte exige o fornecimento correto de todos os nutrientes através da dieta de acordo com o potencial genético, a idade, o sexo, a temperatura ambiental e a qualidade sanitária do plantel e da granja. Assim, os parâmetros de desempenho são de grande importância para o estabelecimento das exigências nutricionais.

Tomando como base estes quesitos pesquisas têm sido realizadas para determinar os níveis de energia e nutrientes que maximizem o desempenho animal e a relação custo:benefício.

Em trabalhos abrangendo o período de 1 a 21 dias de idade das aves, com níveis de proteína bruta variando de 15 a 23%, foram encontrados menores ganhos

de peso e conversão alimentar para as dietas de menor teor proteico (REZAEI et al., 2004; SILVA et al., 2006; KAMRAN et al., 2008; VASCONCELLOS et al., 2012), ou resultados com interações quadráticas, ou não significativas para estes parâmetros de desempenho (COSTA et al., 2001; REZAEI et al., 2004). Muito embora Sterling et al. (2005) apesar de confirmar as alterações na conversão alimentar, não encontraram efeito sobre o ganho de peso em função dos níveis decrescentes de proteína da dieta.

Nos estudos realizados dentro do período total de crescimento e engorda ou após os 22 dias de idade das aves a mesma variação de resultados pode ser encontrada quando se comparou dietas entre 15 e 25% de proteína (ALETOR et al., 2000; HUSSEN; CANTOR; PESCATORE, 2001; REZAEI et al., 2004; GU; LI; LIN, 2008; KAMRAN et al., 2008).

Rocha et al. (2003) verificaram o efeito de dois níveis de energia metabolizável (2.850 e 3.000 kcal/kg) e três níveis de proteína (20, 23 e 26%) nos parâmetros de desempenho, de um a sete dias de idade para a linhagem Hubbard, os níveis de energia metabolizável e de proteína não apresentaram diferenças estatísticas para desempenho.

Jafarnejad e Sadegh (2011) avaliaram em machos Ross 308 dois níveis de proteína bruta (23 e 21%), dois níveis de energia metabolizável (3.200 e 3.000 kcal/kg) e uso de gordura (limitando ou não limitando a gordura na dieta). De sete a 21 dias de idade, o uso de dietas com maior nível de energia diminuiu significativamente o consumo de ração.

Em estudo correlacionando três valores de energia metabolizável (3.000, 3.100 e 3.200 kcal/kg) e quatro níveis de lisina digestível (1,05; 1,13; 1,21 e 1,29%) em machos e fêmeas Cobb, Plumstead et al. (2007) não obtiveram interação entre os fatores aos 21 dias de idade. Em termos numéricos, o aumento nos níveis de lisina digestível da dieta foi suficiente para ocasionar melhores ganhos de peso e conversão alimentar ajustada.

De Coca-Sinova et al. (2010) estudando diferentes relações lisina digestível:energia metabolizável e duas fontes proteicas de farelo de soja, relataram melhora das características de desempenho, com o aumento das concentrações de lisina digestível, em frangos de corte machos, Ross de 1 a 36 dias de idade.

Savoldi et al. (2012) avaliaram quatro níveis de energia metabolizável (2.700, 2.825, 2.950 e 3.075 kcal/kg) e quatro níveis de lisina digestível (1,08; 1,187; 1,295 e

1,403%) para a linhagem Cobb 500 na fase pré-inicial, e encontraram o nível de energia metabolizável de 3.075 kcal/kg, para o melhor ganho de peso e conversão alimentar.

Haese et al. (2012) em estudo para avaliar planos nutricionais para frangos de corte machos da linhagem Cobb de um a 21 dias de idade, concluíram que os níveis de lisina não influenciaram o consumo de ração das aves. O consumo de lisina digestível aumentou de forma linear com o aumento dos níveis deste aminoácido na ração. O ganho de peso aumentou e a conversão alimentar melhorou de forma quadrática com o aumento dos níveis de lisina digestível.

Diversas hipóteses podem explicar os resultados, eventualmente contraditórios, verificados nas diversas pesquisas mencionadas, diferenças nas condições experimentais como ambiente, clima, densidade, composições das dietas, linhagens, o sexo do animal, relação aminoácidos essenciais/ não essenciais alterada e modificações na relação energia metabolizável/proteína bruta da dieta.

## **1.5 Influência dos Níveis Nutricionais sobre o Rendimento e Qualidade da Carcaça**

Com o melhoramento das linhagens comerciais de frangos de corte, para maior rendimento espera-se, portanto, acréscimos nas exigências nutricionais e energéticas dos animais (PAVAN et al., 2003).

Comercialmente, a carne do peito tem maior valor agregado em comparação às demais partes da carcaça. Este fato impulsiona o interesse em aumentar o rendimento da mesma através da nutrição. Segundo Leclercq (1998), maiores níveis de lisina aumentam o rendimento de peito e reduzem o de gordura abdominal.

Almeida et al. (2002) avaliando dois níveis de lisina digestível para frangos de corte da linhagem Ross, obtiveram melhoria no rendimento de peito em animais que receberam dietas contendo maior nível de lisina digestível, independente do sexo e das fases estudadas. Constataram ainda que as fêmeas apesar de apresentarem rendimento de peito inferiores aos machos, responderam a maior inclusão de lisina na dieta, demonstrando que o ganho de proteína muscular, principalmente do músculo de peito, possui relação direta com a maior disponibilidade de lisina na dieta.

Araújo et al. (2005) trabalharam com frangos de corte machos recebendo rações contendo três níveis de energia metabolizável (3.200, 3.400 e 3.600 kcal/kg) e os correspondentes valores de lisina total (0,95%; 1,05 e 1,10%), sobre o desempenho e características de carcaça dos 44 aos 55 dias de idade. Não houve interação entre os fatores e os níveis de lisina total apenas exercearam efeito sobre as características de carcaça, aumentando o peso do peito.

Viola et al. (2008) conduziram dois experimentos com redução dos níveis de PB variando entre 20,8 a 17,5% para frangos de corte de 21 a 42 dias, sendo que no primeiro experimento, as dietas foram formuladas com base em aminoácidos totais e no segundo experimento, com base em aminoácidos digestíveis e formulada com ingredientes de alta digestibilidade (milho, farelo de soja, amido de milho e proteína isolada da soja). Os autores verificaram que os frangos alimentados com rações à base de aminoácidos totais tiveram menor ganho de peso e menor rendimento de peito e coxa com o decréscimo de PB da dieta, apesar da suplementação com os quatro primeiros aminoácidos limitantes. No entanto, os mesmos níveis de PB não influenciaram estes parâmetros quando as rações foram formuladas com base nos aminoácidos digestíveis.

As características de deposição de nutrientes na carcaça são definidas pela nutrição e pelo plano nutricional de alimentação, bem como pelo sexo, idade e pelas condições de manejo e do ambiente. Dentre estas variáveis, a nutrição parece contribuir de forma especial em relação às taxas de deposição dos diferentes tecidos. Uma nutrição corretamente ajustada, principalmente em termos da relação energia:proteína permite que frangos apresentem menor teor de gordura na carcaça.

Segundo relato de Silva et al. (2001), a porcentagem de gordura abdominal na carcaça se eleva linearmente com o aumento da relação energia metabolizável:proteína bruta. Portanto, para maximizar a deposição diária de proteínas e minimizar a de gorduras é preciso evitar a ingestão excessiva de energia em relação àquela necessária para a manutenção e para o crescimento.

Quando a concentração dietética de proteína e/ou aminoácidos decrescem, o conteúdo de gordura da carcaça aumenta (GOUS; MORRIS, 1985). O uso de dietas com alta concentração de proteína faz com que os frangos de corte apresentem uma melhor conversão alimentar e menor proporção de gordura corporal. Mcleod (1982) explica que a redução dos níveis de gordura na carcaça é devido ao grande gasto energético requerido para eliminar o excesso de nitrogênio do corpo através da

síntese de ácido úrico que é conforme Sklan e Plavnik (2002) entre 6 e 18 ATP's por aminoácido excedente.

A utilização de menores níveis proteicos não alterou o rendimento de carcaça nos trabalhos de Aletor et al. (2000), Leandro et al. (2003) e Gu, Li e Lin (2008), entretanto, em todos os trabalhos citados houve aumento da deposição de gordura abdominal. Conde-Aguilera et al. (2013) encontraram que as aves responderam a deficiência de aminoácidos, com a redução do teor de proteína na carcaça, ao passo que o teor de lipídeos foi aumentado.

Eits et al. (2002) avaliando a deposição de proteína e de gordura em frangos de corte machos, de 10 a 21 e de 22 a 49 dias de idade, alimentados com níveis crescentes de lisina e com dois níveis de energia metabolizável, observaram que a deposição de proteína é crescente com aumento no consumo de lisina. Neste mesmo trabalho, observaram que a deposição de gordura na carcaça foi independente do consumo de lisina, mas à medida que aumenta o consumo de energia de manutenção, aumentava-se a deposição de gordura.

Da mesma forma, Trindade Neto et al. (2009) ao estudar a deposição de nutrientes em dietas suplementadas com diferentes níveis de lisina digestível para frangos de corte, de 39 a 45 dias de idade, observaram tendência de aumento linear na deposição de proteína da carcaça com o aumento do nível de lisina digestível.

## **1.6 Influência dos Níveis Nutricionais na Temperatura Corporal e Desenvolvimento dos Órgãos**

O frango de corte moderno consiste em um animal de produção geneticamente aprimorado para rápido crescimento e deposição de tecido muscular, características obtidas devido aos avanços genéticos e nutricionais aplicados. Contudo, o metabolismo dessas aves ficou mais acelerado, e sua capacidade termorreguladora é ineficiente sob condições de alta temperatura e umidade (BOCHINI et al., 2011) e alimentação inadequada. Sendo altamente susceptíveis ao estresse calórico, o que causa incrementos na temperatura corporal da ave, com efeito negativo sobre o desempenho.

É conhecido que o incremento calórico aumenta com a quantidade de alimento consumido e é inversamente proporcional à concentração energética da dieta, devendo-se ressaltar que o uso de gordura na formulação de dietas

proporciona menor incremento. As proteínas, dentre os nutrientes, é que possui maior incremento na forma em que são fornecidas pelos ingredientes das rações (intactas), devido à série de reações complexas exigidas no seu metabolismo. Assim, o incremento é reduzido em uma dieta quando aminoácidos sintéticos substituem parte da proteína do alimento.

Segundo Waldroup et al. (1976) e Resende et al. (1980) a redução do nível proteico da dieta tem sido proposta como um meio para melhorar o desempenho de frangos de corte em ambientes quentes. Os autores salientam que o incremento calórico da ingestão e do metabolismo da proteína é muito elevado e, consequentemente, a ingestão de proteína em excesso aumenta a carga do calor já existente. A redução do nível proteico da dieta implicaria em uma queda no catabolismo da proteína, resultando em decréscimo na produção de calor e ajudando a ave a manter seu balanço energético em condições de temperaturas elevadas (DAGHIR, 1995).

É possível que a densidade nutricional da dieta, possa influenciar também no desenvolvimento do sistema digestório, segundo Lawrence e Fowler (2002) os tecidos viscerais possuem uma maior capacidade de redução de tamanho em condições de subnutrição e, por consequência, eles reduzem suas atividades metabólicas mais efetivamente, se comparados aos tecidos da carcaça. Por exemplo, no fígado e no intestino, qualquer período de subnutrição o seu efeito pode ser imediatamente observado.

Rocha et al. (2003) verificaram o efeito de dois níveis de energia metabolizável (2.850 e 3.000 kcal/kg) e três níveis de proteína (20, 23 e 26%), para frangos de corte da linhagem Hubbard de um a sete dias de idade, para peso dos intestinos houve diferença significativa na interação entre os níveis de energia dentro do nível de 23% de PB, onde o menor nível de energia da dieta mostrou um percentual de peso dos intestinos (5,99%) maior do que o nível de 3.000 kcal/kg, em que o peso relativo foi de 5,05%.

Foi observada uma redução linear do peso do fígado com vesícula mediante a suplementação dos aminoácidos sulfurados na dieta por Brito et al. (2004). Pode-se observar que a diminuição do peso do fígado foi acentuada no nível mais alto de suplementação (1,022% de metionina + cisteína). Quase todos os aminoácidos são degradados no fígado, exceto a leucina, isoleucina e valina, e no caso dos aminoácidos sulfurados, quando em excesso, sofrem a transaminação nos

hepatócitos, além de aumento do incremento calórico. Esse evento gera uma série de resíduos que podem ser nocivos ao fígado, determinando, entre outros sinais, a diminuição do órgão (LEHNINGER et al., 1995).

Estudos mostraram que aves alimentadas com diferentes níveis de energia apresentaram efeito quadrático para peso dos intestinos e linear positivo para peso do fígado com vesícula biliar e para o peso do pâncreas (XAVIER et al., 2008). Zaman et al. (2008) verificaram que aves criadas em clima quente apresentaram maior peso relativo do fígado aos 28 dias de idade quando alimentadas com dietas de maiores níveis energéticos, porém o peso da moela não foi afetado.

## Referências

- AEC – Alimentacion Equilibrée Commentary. **Feed formulation guide**. 6. ed. Commentary : Rhône-Poulenc, 1993. 39p.
- AFTAB, U.; ASHRAF, M.; JIANG, Z. Low protein diets for broilers. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 62, p. 688-701, 2006.
- ALETOR, V. A.; HAMID, I. I.; NIEB, E.; PFEFFER, E. Low-protein amino acid supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilization. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 547-554, 2000.
- ALMEIDA, I. C. L.; MENDES, A. A.; OLIVIERA, E. G.; GARCIA, R. G.; GARCIA, E. A. Efeito de dois níveis de lisina e do sexo sobre o rendimento e qualidade da carne de peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 1744-1752, 2002.
- ALVARENGA, R. R. **Avaliação de equações de predição dos valores energéticos do milho e do farelo de soja na formulação de rações para frangos de corte**. 2012. 92f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEIL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. **Nutrição Animal:** as bases e os fundamentos da nutrição animal. São Paulo: Nobel, 2002. p. 257.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S. Redução do nível protéico da dieta, através da formulação baseada em aminoácidos digestíveis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 4, p. 1197-1201, 2004.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; ARTONI, S. M. B.; FARIA FILHO, D. E. diferentes critérios de formulação de rações para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n. 3, p. 195-202, 2002.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; BARBOSA, L. C. G. S.; ORTOLAN, J. H.; FARIA, D. E.; STRINGHINI, J. H. Energia e lisina para frangos de corte de 44-55 dias de idade. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 4, p. 237-241, 2005.

ARC - Agricultural Research Council. **The nutrient requirements of farm livestock.** n.1. London, 1975. 154p.

BAKER, D. H.; BATAL, A. B.; PARR, T. M.; AUGSPURGER, N. R.; PARSONS, C. M. Ideal ratio (relative to lysine) of tryptophan, threonine, isoleucine, and valine for chicks during the second and third weeks posthatch. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, n. 4, p. 485-494, 2002.

BAKER, D. H.; HAN, Y. Ideal amino acid profile for chicks during the first three weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1441-1447, 1994.

BARBOZA, W. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; RODRIGUES, P. B. Níveis de lisina para frangos de corte de 22 a 40 e 42 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1091-1097, 2000.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: UFLA, 2006. 303 p.  
BOLARINWA, O. A.; ADEOLA, O. Energy value of wheat, barley, and wheat dried distillers grains with solubles for broiler chickens determined using the regression method, **Poultry Science**, Champaign, v. 91, p. 1928–1935, 2012.

BOSCHINI, C.; GONÇALVES, F. M.; CATALAN, A. A. S.; BAVARESCO, C.; GENTILINI, F. P.; ANCIUTI, M. A.; DIONELLO, N. J. L. Relação entre a proteína de choque térmico e o estresse térmico em frangos de corte. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, p. 63-77, 2011.

BRITO, A. B.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; XAVIER, S. A. G. MURAMATSU, K.; ANDRADE, M. A. Níveis de metionina + cistina em rações de frangos de corte na fase pré-inicial (1-7 dias). **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v.20, n.1, p.9-15. 2004.

CONDE-AGUILERA, J. A.; COBO-ORTEGA, C.; TESSERAUD, S.; LESSIRE, M.; MERCIER, Y.; VAN MILGEN, J. Changes in body composition in broilers by a sulfur amino acid deficiency during growth. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, p. 1266-1275, 2013.

CONEGLIAN, J. L. B.; VIEIRA, S. L.; BERRES, J.; FREITAS, D. M. Respostas de frangos de corte de crescimento rápido e lento consumindo dietas exclusivamente vegetais com diferentes perfis de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 327-334, 2010.

CONHALATO, G. S.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA, R. F. M. Níveis de lisina digestível para pintos de corte machos na fase de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 91-97, 1999.

CORZO, A.; DOZIER, W. A.; LOAR II, R. E.; KIDD, M. T.; TILLMAN, P. B. Dietary limitation of isoleucine and valine in diets based on maize, soybean meal, and meat and bone meal for broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 51, n. 4, p. 558-563, 2010.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; VARGAS JUNIOR, J. G. Níveis dietéticos de proteína bruta para pintos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-14505, 2001.

COSTA, F. G. P.; GOULART, C. C. Exigências de aminoácidos para frangos de corte e poedeiras. In: WORKSHOP DE NUTRIÇÃO DE AVES, 2., 2010, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB, 2010.

DAGHIR, N. J. **Poultry production in hot climates**. Cambridge University Press, 1995, p.303.

DALE, N.M.; FULLER, H.L. Effect of diet composition on feed intake and growth of chicks under heat stress. II. Constant x cycling temperatures. **Poultry Science**, Champaign, v. 59, n. 9, p. 1431-1441, 1980.

DEAN, D. W.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L. Glycine supplementation to low protein, amino acid-supplemented diets supports optimal performance of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 85, p. 288–296, 2006.

DE COCA-SINOVA, A.; JIMENEZ-MORENO, E.; GONZALEZ-ALVARADO, J. M.; MATEOS, G. G. Influence of source of soybean meal and lysine content of the diet on performance and total tract apparent retention of nutrients in broilers from 1 to 36 days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 89, p. 1440-1450, 2010.

DENG, X. J.; ZHANG, S.; CAI, H. Y.; LIU, G. H.; LIU, N. Study on additivity and biological value of metabolizable energy in ingredients for broilers. In: INTERNATIONAL FEED SAFETY CONFERENCE - METHODS AND CHALLENGE, 4th, 2012, Beijing. **Proceedings...** Beijing: CAU, CRA-W, 2012.

DOZIER, W. A. , CORZO, A. , KIDD, M. T. , TILLMAN, P. B.; BRANTON, S. L. Determination of the fourth and fifth limiting amino acids in broilers fed on diets containing maize, soybean meal and poultry by-product meal from 28 to 42 d of age. **British Poultry Science**, London, v. 52, n. 2, p. 238-244, 2011.

DOZIER, W. A.; CORZO, R. D. A.; KIDD, M. T.; SCHILLING, M. W. Dietary digestible lysine requirements of male and female broilers from forty-nine to sixty-three days of age. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, p. 1385–1391, 2008.

DUARTE, K. F. **Critérios de avaliação das exigências em treonina, triptofano, valina e isoleucina para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade**. 2009. 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

EITS, R. M.; KWAKKEL, R. P.; VERSTEGEN, M. W. A.; STOUTJESDIJK, P.; DE GREEF, K. H. Protein and lipid deposition rates in male broiler chickens: separate responses to amino acid and proteinfree energy. **Poultry Science**, Champaign, v. 81, p. 472-480, 2002.

EMMERT, J. L.; BAKER, D. H. Use of the ideal protein concept for precision formulation of amino acid level in broilers diet. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, p.462-470, 1997.

FAGUNDES, N. S. **Desenvolvimento do sistema digestório e da capacidade digestiva de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável**. 2011. 84f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

FANHANI, J. F. **Avaliação de diferentes programas nutricionais e desenvolvimento de modelos matemáticos para predição de desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaboração de análises econômicas**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

GOUS, R. M.; MORRIS, T. R. Evaluation of a diet dilution technique for measuring the response of broiler chickens to incresing concentrations of lysine. **British Poultry Science**, London, v. 26, p. 147-161, 1985.

GU, H. X.; LI, S. S.; LIN, H. Effects of hot environment and dietary poultry level on growth performance and meat quality of broiler chickens. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, Seoul, v. 21, n. 11, p. 1616-1623, 2008.

HAESE, D.; KILL, J. L.; HADDADE, I. R.; SARAIVA, A.; VITÓRIA, E. L.; PUPPO, D. D.; SOUZA, E. O. Exigência de lisina digestível e planos de nutrição para frangos de corte machos mantendo as relações metionina + cistina e treonina digestível na proteína ideal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 538-544, 2012.

HAN, Y.; BAKER, D. H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1739-1745, 1994.

HOLSHEIMER J. P.; VEREJKEN, P. F. G.; SCHUTTE, J. B. Response of broiler chicks to threonine supplemented diets to 4 weeks of age. **British Poultry Science**, London, v. 35, n. 4, p. 551-562, 1994.

HUSSEIN, A. S.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J. Effect of low protein diets with amino acid supplementation on broiler growth. **Journal Applied Poultry Research**, Athens, v. 10, p. 354-362, 2001.

INRA – Institut National de la Recherche Agronomique. **L'alimentacion des animaux monogastriques**. Paris, 279 p. 1984.

JAFARNEJAD, S.; SADEGH, M. The effects of different levels of dietary protein, energy and using fat on the performance of broiler chicks at the end of the third weeks. **Asian Journal of Poultry Science**, [S. L], v. 5, n. 1, p. 35-40, 2011.

KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M.; NADEEM, M. A.; MAHMOOD, S.; BABAR, M. E.; AHMED, S. Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.468-474, 2008.

KIDD, M. T.; CORZO, A.; HOEHLER, D.; KERR, B. J.; BARBER, S. J.; BRANTON, S. L. Threonine needs of broiler chickens with different growth rates. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, p. 1368-1375, 2004.

KOLLING, A. V.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Desempenho e composição corporal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína e de aminoácidos ou com livre escolha das dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 98-103, 2005.

LAWRENCE, T. L. J; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals**. 2. ed. Aberdeen: CAB International, 2002. 368 p.

LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H.; MORAES FILHO, R.; MOURA, K. A.; SILVA JÚNIOR, R. P. Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.3, p.620-631, 2003.

LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 118-123, 1998.

LEHNINGER A. L.; NESSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios da Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.

MCLEOD, J. A. Nutritional factors influencing carcass and fat in broilers – A review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 38, p. 195-200, 1982.

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.

MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R.; FREITAS, E. R.; FERNANDES, J. B. K.; BARBOSA, N. A. A. Níveis de energia metabolizável para machos de corte de crescimento lento criados em semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1433-1440, 2008.

MENDOZA, M. O.; COSTA, P. T. C.; LOPES, J. M.; ZANELLA, I.; LUVISA, L.; KATZER, L. H.; SANTI, Z. B. Efeito de dietas formuladas com base na proteína bruta versus proteína ideal sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 16., Campinas, 1999. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p.48.

MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. New York: Academic Press, 1964.

MORAIS, S. A. N. **Exigências nutricionais de valina, isoleucina e triptofano digestível para frangos de corte**. 2011. 102f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2011.

MORAN JUNIOR, E. T. Response of broiler strains differing in body fat to inadequate methionine: live performance and processing yields. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p. 1116-1126, 1994.

NAGATA, A. K.; RODRIGUES, P. B.; ALVARENGA, R. R.; ZANGERONIMO, M. G.; RODRIGUES, K. F.; LIMA, G. F. R. L. Energia e proteína em dietas contendo fitase para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade: desempenho e excreção de nutrientes, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1718-1724, 2011.

NASCIF, C. C. C.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S. Determinação dos valores energéticos de alguns óleos e gorduras para pintos de corte machos e fêmeas aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 2, p. 375-385, 2004.

NRC - National Research Council. **Nutrient requirements of poultry**. 9. ed. Washington: National Academy of Sciences, 1994. 155 p.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ALBINO, L. F. T.; MARTINS, M. S.; MAIA, A. P. A. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1725-1731, 2011.

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

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feedings of nonruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 1994. p.119-128.

PARSONS, C. M.; HASHIMOTO, K.; WEDEKIND, K. J.; HAN, Y.; BAKER, D. H. Effect of over processing on availability of amino acids and energy in soybean meal. **Poultry Science**, Champaign, v. 71, p.133-140, 1992.

PAVAN, A. C.; MENDES, A. A.; OLIVEIRA, E. G.; DENADAI, J. S.; GARCIA, R. G.; TAKITA, T. S. Efeito da linhagem e do nível de lisina da dieta sobre a qualidade da carne do peito de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1732-1736, 2003. (Suplemento).

PLUMSTEAD, P. W.; ROMERO-SANCHEZ, H.; PANTON, N. D.; SPEARS, J. W.; BRAKE, J. Effects of dietary metabolizable energy and protein on early growth responses of broilers to dietary lysine. **Poultry Science**, Champaign, v. 86, p. 2639-2648, 2007.

RANGEL-LUGO, M.; SU, C. L.; AUSTIC, R. E. Threonine requirement and threonine imbalance in broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v. 73, p.670-681, 1994.

RAVINDRAN, V.; WU, Y. B.; HENDRIKS, W. H. Effects of sex and dietary phosphorus level on the apparent metabolizable energy and nutrient digestibility in broiler chickens. **Archives of Animal Nutrition**, Montreux, v. 58, n. 5, p. 405-411, 2004.

REZAEI, M; MOGHADDAM, H. N.; POURREZA, J.; KERMANSHAHI, H. The effects of dietary protein and lysine levels on performance, carcass characteristics and N excretion. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 3, n. 2, p. 148-152, 2004.

RESENDE, J. A. A.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A; FONSECA, J. B.; COSTA, P. M. Níveis de proteína, aminoácidos sulfurosos e lisina em rações de frangos submetidos a regime de alta temperatura. Fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.9, p.108-124, 1980.

ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; ANDRADE, M. L.; CAFÉ, M. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 162-170, 2003.

ROOL, A. P.; LOPES, D. C. N.; AZAMBUJA, S.; PIRES, P. G. S.; XAVIER, E. G.; ROLL, F.; 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**, Lisboa, v. 110, p. 69-74, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2005. 186p.

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

SABINO, H. F. N.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 5, p. 407-412, 2004.

SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO C.B.; WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E.R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004 (Suplemento 1).

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de Pesquisa em nutrição de Monogástricos.** Jaboticabal: Funep, 2007. p. 41.

SAVOLDI, T. L.; NUNES, R. V.; SCHERER, C.; TSUTSUMI, C. Y.; SCHENEIDERS, J. L.; MARQUES, M. F. G.; SCHONE, R. A.; MEZA, S. K. L. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para o desempenho de pintos de corte de 1 a 10 dias de idade. **Scientia Agraria Paranaensis**, Acrelândia, v. 11, p. 49-58, 2012. (Suplemento).

SCOTT, M. L.; NESCHEIM, M. C.; YOUNG, R. J. **Nutrition of chickens.** 5. Ed. Ithaca. 1982. 562 p.

SILVA, C. R. **Desempenho e deposição de nutrientes em frangos de corte alimentados com diferentes níveis dietéticos de lisina.** 2012. 228f. Tese (Doutorado em Zootecnia) Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

SILVA, J. H. V.; 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**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1791-1800, 2001.

SILVA, M. F. R.; FARIA, D. E.; RIZZOLI, P. W.; SANTOS, A. L.; SAKAMOTO, M. I.; SOUSA, H. R. B. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo diferentes níveis de metionina e lisina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2246-2252, 2010.

SILVA, Y. L.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; BERTECHINI, A. G.; FIALHO, E. T.; FASSANI, E. J.; PEREIRA, C. R. Redução de proteína e fósforo em rações com fitase para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. Desempenho e teores de minerais na cama. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 840-848, 2006.

SKLAN, D.; PLAVNIK, I. Interactions between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, London, v. 43, p. 442-449, 2002.

STILBORN, H. L.; MORAN, E. T.; GOUS, R. M.; HARRISON, M. D. Influence of age on carcass (feather-free) amino acid content for two broiler strain-crosses and sexes. **The Journal Applied of Poultry Research**, Athens, v. 19, p. 13–23, 2010.

TRINDADE NETO, M. A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A. L.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; ARAÚJO, L. F. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 508-514, 2009.

UBABEF-UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Comunicados de Imprensa**. Disponível em <http://www.ubabef.com.br/noticias/916?m=62>. Acesso em 25 de janeiro de 2014.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; CORRÊA, G. S. S.; VIDAL, T. Z. B.; SILVA, M. A.; MACHADO, A. L. C.; FERNANDES, I. S.; VIEITES, F. M. Efeitos da redução da proteína dietética sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n. 3, p. 662-667, 2012.

VASCONCELLOS, C. H. F.; FONTES, D. O.; LARA, L. J. C.; VIDAL, T. Z. B.; SILVA, M. A.; SILVA, P. C. Determinação da energia metabolizável e balanço de nitrogênio de dietas com diferentes teores de proteína bruta para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 63, n. 3, p. 659-669, 2011.

VIOLA, T. H.; RIBEIRO, A. M. L.; BERETTA NETO, C.; KESSLER, A. M. Formulação com aminoácidos totais ou digestíveis em rações com níveis decrescentes de proteína bruta para frangos de corte de 21 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 303-310, 2008.

WALDROUP, P. W. Dietary nutrients allowances for chickens and turkeys. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 63, p. 29-77, 1991.

WALDROUP, P. W.; MITCHELL, R. J.; PAYNE, J. R.; HAZEN, K. R. Performance of chicks fed diets formulated to minimize levels of essential amino acids. **Poultry Science**, Champaign, v. 55, n. 1, p. 243-253, 1976.

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.1, p. 109-115, 2008.

ZAMAN, Q. U.; MUSHTAQ, T.; NAWAZ, H.; MIRZA, M. A.; MAHMOOD, S.; AHMAD, T.; BABAR, M. E.; MUSHTAQ, M. M. H. Effect of varying dietary energy and protein on broiler performance in hot climate. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 146, n. 3, p. 302-312, 2008.

## CAPÍTULO 2. EFEITO DE DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE O DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO DE FRANGOS DE CORTE

**RESUMO** - É necessário conhecer as exigências nutricionais das aves para ajustar os nutrientes das dietas, maximizar o desempenho zootécnico e econômico. Objetivou-se, avaliar o efeito de planos nutricionais sobre o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte da linhagem comercial Hubbard Flex. Foi conduzido um experimento em delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos (-3%, -1,5%, referência, +1,5% e +3%), sendo o tratamento referência baseado nos níveis nutricionais e energéticos indicados por Rostagno et al. (2011) e os demais calculados a partir deste, onde tiveram todos os níveis nutricionais e energéticos reduzidos ou acrescidos conforme a porcentagem indicada. Foi avaliado o desempenho acumulado aos sete, 21, 35 e 42 dias de idade, e aos 42 dias, o rendimento de carcaça, composição do peito e a viabilidade econômica. Aos sete, 35 e 42 dias de idade o aumento dos níveis nutricionais melhorou o consumo de ração e a conversão alimentar. Observou-se melhores resultados para composição do peito com o aumento dos níveis nutricionais e energéticos. O custo da ração por quilograma de peso vivo e o índice de custo aumentaram com o aumento dos planos nutricionais. Conclui-se que o consumo de ração, a conversão alimentar, o índice de eficiência produtiva e a composição do peito melhoraram com o aumento dos níveis nutricionais e energéticos. Entretanto para a análise econômica constatou-se pior resultado ao aumento dos níveis dentro de cada plano.

**Palavras-chave:** Avicultura. Composição de peito. Densidade nutricional. Índices zootécnicos. Rendimento de carcaça. Viabilidade econômica.

## 2.1 Introdução

A produção de frangos de corte vem se tornando mais eficiente e produtiva a cada ano, representando um dos mais importantes setores do agronegócio brasileiro. Isto é reflexo do melhoramento genético obtido nos últimos anos, o que permitiu reduzir a idade de abate, melhorar a conversão alimentar, reduzir a mortalidade e aumentar o rendimento e a qualidade da carcaça.

Contudo, esta melhoria nos parâmetros zootécnicos culmina no constante ajuste das exigências nutricionais das linhagens atuais. Pois a nutrição adequada é capaz de proporcionar a expressão do potencial genético, produzindo animais mais eficientes, com características exigidas comercialmente, com menor custo. Assim, tais avanços, só poderão ser obtidos com a determinação das exigências nutricionais (TRINDADE NETO et al., 2009; BOLARINWA e ADEOLA, 2012) específicas para cada fase de criação, evitando-se dessa forma o fornecimento de dietas com níveis superiores ou inferiores aos exigidos pelo animal.

Conforme Gonzales e Sartori (2002), existem vários fatores ligados à nutrição que afetam o crescimento do tecido muscular das aves. Dentre eles podem se destacar o nível dietético de aminoácidos, nível energético da ração, vitaminas e minerais. A carência ou desbalanceamento entre esses nutrientes podem influenciar a síntese ou degradação proteica de uma maneira indireta, pois podem alterar o metabolismo resultando em um baixo desempenho.

Estudando o efeito da dieta sobre o desempenho de frangos de corte, Azizi et al. (2011) não encontraram diferenças significativas quando reduziram os níveis de energia e proteína, e Widyaratne e Drew (2011) quando reduziram proteína e aminoácidos digestíveis, indicando que o ajuste dos níveis, pode trazer ganhos produtivos e econômicos importantes. Leandro et al. (2003) encontraram que os níveis de energia metabolizável e proteína bruta dos diferentes planos nutricionais influenciaram o ganho de peso e a conversão alimentar dos machos e fêmeas da linhagem Ross 308, e o rendimento de peito em machos, enfatizando a importância de tais estudos para determinação do melhor plano a ser utilizado para cada linhagem.

Dentre os custos variáveis da produção de frangos de corte, o custo das rações é o que causa maior impacto (KAMRAN et al., 2008; MOOSAVI et al., 2011), interferindo diretamente na produtividade da criação, sendo assim um fator

preponderante para o sucesso do empreendimento. Níveis nutricionais distintos dos exigidos pelo animal implica em redução significativa da eficiência na produção. Por outro lado, à medida que se aumenta a densidade de nutrientes na ração pode se obter melhora no desempenho zootécnico, mas isso pode não significar melhora no resultado econômico das empresas, avícolas, que buscam produzir um produto economicamente mais competitivo possível.

Assim, encontrar os níveis ótimos dos nutrientes para melhorar o desempenho e alcançar retorno econômico máximo é um grande desafio, pois as respostas das aves variam muito. Para isso, portanto é necessário conhecer as exigências nutricionais das aves para ajustar os nutrientes das dietas para cada fase de criação, resultando em uma correta formulação dietética.

Objetivou-se, avaliar o efeito de cinco planos nutricionais sobre o desempenho produtivo e econômico de frangos de corte da linhagem comercial Hubbard Flex.

## **2.2 Material e Métodos**

### **2.2.1 Localização e Época de Realização**

O experimento foi conduzido na Granja Experimental de frangos de corte da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia, Minas Gerais, durante os meses de março e abril de 2013. Todos os procedimentos neste estudo foram realizados conforme o Protocolo Registro CEUA/UFU 002/13 aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia (Anexo 1).

### **2.2.2 Aves e Instalações**

Foram alojados 1.700 pintos de corte da linhagem comercial Hubbard Flex de um a 42 dias de idade, mistos (850 machos e 850 fêmeas), com peso inicial médio de 44 g, provenientes de matrizes pesadas de um mesmo lote.

As aves foram criadas em um galpão de alvenaria com dimensões de 60 x 10 metros, com cobertura metálica, telha de fibro-cimento, forrado com tecido plástico próprio para granjas avícolas, piso concretado, laterais com mureta de alvenaria e

tela de arame com malha de quatro centímetros quadrados. Internamente equipado com 80 boxes de tubos PVC e telas de arame galvanizado, cada um medindo 1,90 x 1,50 metros, ventiladores e aspersores de água para controlar a temperatura, cortinas laterais e iluminação artificial. Cada boxe equipado com um bebedouro infantil automático, um bebedouro pendular e um comedouro tubular, e para cada quatro boxes uma campânula a gás tipo infravermelha. Utilizou-se maravalha como material de cama.

### 2.2.3 Delineamento Experimental

Para avaliação do desempenho o experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos e 10 repetições por tratamento, sendo cada unidade experimental (boxe) constituída de 34 aves (17 machos e 17 fêmeas). Para rendimento de carcaça e composição de peito foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial (2 x 5), dois sexos e cinco tratamentos com cinco repetições, sendo cada ave considerada uma repetição, resultando em um total de 50 aves utilizadas para análises.

Os tratamentos foram compostos de cinco diferentes planos nutricionais, constituídos de um plano referência baseado nas recomendações de Rostagno et al. (2011), um 3% abaixo, um 1,5% abaixo, um 1,5% acima e um 3% acima dos níveis nutricionais e energéticos do plano referência (Tabelas 1, 2, 3 e 4). O plano referência foi assumido como zero, onde os demais planos foram aumentados ou reduzidos em relação a este.

Foi utilizado um programa alimentar de quatro fases de criação de acordo com a idade das aves, sendo considerada fase pré-inicial de um a sete dias, inicial de oito a 21 dias, crescimento de 22 a 35 dias e final de 36 a 42 dias. As rações foram formuladas de acordo com os níveis nutricionais dos alimentos, obtidos por análises bromatológicas realizadas no Laboratório de Análises de Matérias Primas e Rações (LAMRA) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia.

Tabela 1. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade).

| Ingredientes                     | Planos nutricionais |                |            |               |             |
|----------------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                                  | 3%<br>abaixo        | 1,5%<br>abaixo | Referência | 1,5%<br>acima | 3%<br>acima |
| Sorgo (%)                        | 57,08               | 55,22          | 53,43      | 50,78         | 48,70       |
| Farelo de soja (%)               | 35,58               | 36,38          | 37,18      | 38,77         | 39,77       |
| Óleo de soja (%)                 | 3,20                | 4,16           | 5,09       | 6,15          | 7,13        |
| Fosfato bicálcico (%)            | 1,80                | 1,80           | 1,85       | 1,90          | 1,90        |
| Calcário (%)                     | 0,89                | 0,93           | 0,92       | 0,90          | 0,96        |
| Sal comum (%)                    | 0,44                | 0,46           | 0,46       | 0,46          | 0,48        |
| Premix inicial (%) <sup>*</sup>  | 0,40                | 0,40           | 0,40       | 0,40          | 0,40        |
| L-Lisina (%)                     | 0,31                | 0,32           | 0,33       | 0,30          | 0,30        |
| DL-Metionina (%)                 | 0,19                | 0,21           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| L-Treonina (%)                   | 0,11                | 0,12           | 0,12       | 0,12          | 0,13        |
| Total                            | 100,00              | 100,00         | 100,00     | 100,00        | 100,00      |
| Níveis nutricionais              |                     |                |            |               |             |
| Energia metabolizável (kcal/kg)  | 2.910               | 2.955          | 3.000      | 3.045         | 3.090       |
| Proteína bruta (%)               | 22,06               | 22,30          | 22,52      | 22,86         | 23,19       |
| Cálcio (%)                       | 0,89                | 0,91           | 0,92       | 0,93          | 0,95        |
| Fósforo disponível (%)           | 0,46                | 0,46           | 0,47       | 0,48          | 0,48        |
| Sódio (%)                        | 0,21                | 0,22           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| Lisina digestível (%)            | 1,28                | 1,30           | 1,32       | 1,34          | 1,36        |
| Metionina digestível (%)         | 0,65                | 0,66           | 0,67       | 0,68          | 0,69        |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,92                | 1,02           | 1,04       | 1,06          | 1,07        |
| Treonina digestível (%)          | 0,83                | 0,85           | 0,86       | 0,87          | 0,88        |
| Triptofano digestível (%)        | 0,25                | 0,25           | 0,26       | 0,26          | 0,27        |
| Arginina digestível (%)          | 1,36                | 1,38           | 1,40       | 1,42          | 1,44        |

\*Premix inicial (composição por kg do produto): vitamina A 1.600.000,00 UI; vitamina B1 600,00 mg; vitamina B12 2.000,00 mcg; vitamina B2 800,00 mg; vitamina B6 400,00 mg; vitamina D3 400.000,00 UI; vitamina E 3.000,00 mg; vitamina K 400,00 mg; zinco 12,60 g; cobre 1260,00 mg; selênio 80,00 mg; ferro 10,50 g; iodo 252,00 mg; manganês 12,60 g; ácido fólico 140,00 mg; ácido pantotênico 1600,00 mg; bacitracina de zinco 11,00 g; biotina 12,00 mg; colina 70,00 g; metionina 336,60 g; monensina sódica 22,00 g; niacina 6000,00 mg.

Tabela 2. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase inicial (8 a 21 dias de idade).

| Ingredientes                     | Planos nutricionais |                |            |               |             |
|----------------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                                  | 3%<br>abaixo        | 1,5%<br>abaixo | Referência | 1,5%<br>acima | 3%<br>acima |
| Sorgo (%)                        | 59,00               | 57,12          | 55,27      | 53,14         | 50,40       |
| Farelo de soja (%)               | 32,95               | 33,75          | 34,57      | 35,66         | 37,27       |
| Óleo de soja (%)                 | 4,36                | 5,35           | 6,31       | 7,33          | 8,42        |
| Fosfato bicálcico (%)            | 1,44                | 1,44           | 1,50       | 1,55          | 1,55        |
| Calcário (%)                     | 0,91                | 0,96           | 0,94       | 0,93          | 0,98        |
| Sal comum (%)                    | 0,44                | 0,46           | 0,47       | 0,46          | 0,49        |
| Premix inicial (%) <sup>*</sup>  | 0,40                | 0,40           | 0,40       | 0,40          | 0,40        |
| L-Lisina (%)                     | 0,27                | 0,28           | 0,28       | 0,27          | 0,24        |
| DL-Metionina (%)                 | 0,14                | 0,15           | 0,17       | 0,17          | 0,17        |
| L-Treonina (%)                   | 0,09                | 0,09           | 0,09       | 0,09          | 0,08        |
| Total                            | 100,00              | 100,00         | 100,00     | 100,00        | 100,00      |
| Composição                       |                     |                |            |               |             |
| Energia metabolizável (kcal/kg)  | 3.007               | 3.054          | 3.100      | 3.147         | 3.193       |
| Proteína bruta (%)               | 20,91               | 21,13          | 21,37      | 21,69         | 22,00       |
| Cálcio (%)                       | 0,81                | 0,83           | 0,84       | 0,85          | 0,86        |
| Fósforo disponível (%)           | 0,39                | 0,39           | 0,40       | 0,41          | 0,41        |
| Sódio (%)                        | 0,21                | 0,22           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| Lisina digestível (%)            | 1,18                | 1,20           | 1,22       | 1,24          | 1,26        |
| Metionina digestível (%)         | 0,59                | 0,60           | 0,61       | 0,62          | 0,63        |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,85                | 0,87           | 0,88       | 0,89          | 0,91        |
| Treonina digestível (%)          | 0,77                | 0,78           | 0,79       | 0,80          | 0,81        |
| Triptofano digestível (%)        | 0,23                | 0,24           | 0,24       | 0,24          | 0,25        |
| Arginina digestível (%)          | 1,28                | 1,30           | 1,32       | 1,34          | 1,36        |

\*Premix inicial (composição por kg do produto): vitamina A 1.600.000,00 UI; vitamina B1 600,00 mg; vitamina B12 2.000,00 mcg; vitamina B2 800,00 mg; vitamina B6 400,00 mg; vitamina D3 400.000,00 UI; vitamina E 3.000,00 mg; vitamina K 400,00 mg; zinco 12,60 g; cobre 1260,00 mg; selênio 80,00 mg; ferro 10,50 g; iodo 252,00 mg; manganês 12,60 g; ácido fólico 140,00 mg; ácido pantotênico 1600,00 mg; bacitracina de zinco 11,00 g; biotina 12,00 mg; colina 70,00 g; metionina 336,60 g; monensina sódica 22,00 g; niacina 6000,00 mg.

Tabela 3. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase de crescimento (22 a 35 dias de idade).

| Ingredientes                        | Planos nutricionais |                |            |               |             |
|-------------------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                                     | 3%<br>abaixo        | 1,5%<br>abaixo | Referência | 1,5%<br>acima | 3%<br>acima |
| Sorgo (%)                           | 61,48               | 59,66          | 57,67      | 55,53         | 52,77       |
| Farelo de soja (%)                  | 29,64               | 30,44          | 31,38      | 32,45         | 34,10       |
| Óleo de soja (%)                    | 5,44                | 6,44           | 7,44       | 8,47          | 9,59        |
| Fosfato bicálcico (%)               | 1,20                | 1,26           | 1,28       | 1,31          | 1,30        |
| Calcário (%)                        | 0,90                | 0,89           | 0,89       | 0,90          | 0,91        |
| Sal comum (%)                       | 0,44                | 0,44           | 0,44       | 0,44          | 0,47        |
| Premix crescimento (%) <sup>*</sup> | 0,40                | 0,40           | 0,40       | 0,40          | 0,40        |
| L-Lisina (%)                        | 0,28                | 0,26           | 0,26       | 0,26          | 0,22        |
| DL-Metionina (%)                    | 0,14                | 0,14           | 0,16       | 0,16          | 0,16        |
| L-Treonina (%)                      | 0,08                | 0,07           | 0,08       | 0,08          | 0,08        |
| Total                               | 100,00              | 100,00         | 100,00     | 100,00        | 100,00      |
| Composição                          |                     |                |            |               |             |
| Energia metabolizável (kcal/kg)     | 3.104               | 3.152          | 3.200      | 3.248         | 3.296       |
| Proteína bruta (%)                  | 19,59               | 19,77          | 20,07      | 20,37         | 20,85       |
| Cálcio (%)                          | 0,74                | 0,75           | 0,76       | 0,77          | 0,78        |
| Fósforo disponível (%)              | 0,34                | 0,34           | 0,35       | 0,36          | 0,36        |
| Sódio (%)                           | 0,20                | 0,210          | 0,210      | 0,210         | 0,220       |
| Lisina digestível (%)               | 1,10                | 1,11           | 1,13       | 1,15          | 1,16        |
| Metionina digestível (%)            | 0,55                | 0,56           | 0,57       | 0,58          | 0,59        |
| Metionina+Cistina digestível (%)    | 0,80                | 0,81           | 0,82       | 0,83          | 0,84        |
| Treonina digestível (%)             | 0,72                | 0,73           | 0,74       | 0,75          | 0,76        |
| Triptofano digestível (%)           | 0,21                | 0,22           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| Arginina digestível (%)             | 1,18                | 1,20           | 1,22       | 1,24          | 1,26        |

\*Premix crescimento (composição por kg do produto): vitamina A 1.280.000,00 UI; vitamina B1 400,00 mg; vitamina B12 1.600,00 mcg; vitamina B2 720,00 mg; vitamina B6 320,00 mg; vitamina D3 350.000,00 UI; vitamina E 2.400,00 mg; vitamina K 300 mg; cobre 1200,00 mg; ferro 10,00 g; iodo 240,00 mg; manganês 12,00 g; selênio 60,00 mg; zinco 12,00 g; ácido fólico 100,00 mg; ácido pantotênico 1600,00 mg; biotina 6,00 mg; colina 50,00 g; halquinol 6000,00 mg; metionina 267,30 g; niacina 4800,00 mg; salinomicina 13,20 g.

Tabela 4. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase final (36 a 42 dias de idade).

| Ingredientes                     | Planos nutricionais |             |            |            |          |
|----------------------------------|---------------------|-------------|------------|------------|----------|
|                                  | 3% abaixo           | 1,5% abaixo | Referência | 1,5% acima | 3% acima |
| Sorgo (%)                        | 64,08               | 62,24       | 60,55      | 57,82      | 55,69    |
| Farelo de soja (%)               | 27,24               | 28,04       | 28,67      | 30,29      | 31,31    |
| Óleo de soja (%)                 | 5,70                | 6,69        | 7,67       | 8,79       | 9,85     |
| Fosfato bicálcico (%)            | 1,00                | 1,00        | 1,05       | 1,06       | 1,11     |
| Calcário (%)                     | 0,77                | 0,79        | 0,79       | 0,80       | 0,79     |
| Sal comum (%)                    | 0,42                | 0,45        | 0,45       | 0,45       | 0,47     |
| Premix final (%) <sup>*</sup>    | 0,30                | 0,30        | 0,30       | 0,30       | 0,30     |
| L-Lisina (%)                     | 0,26                | 0,25        | 0,26       | 0,23       | 0,22     |
| DL-Metionina (%)                 | 0,17                | 0,18        | 0,19       | 0,20       | 0,20     |
| L-Treonina (%)                   | 0,06                | 0,06        | 0,07       | 0,06       | 0,06     |
| Total                            | 100,00              | 100,00      | 100,00     | 100,00     | 100,00   |
| Composição                       |                     |             |            |            |          |
| Energia metabolizável (kcal/kg)  | 3.153               | 3.201       | 3.250      | 3.299      | 3.348    |
| Proteína bruta (%)               | 18,70               | 18,90       | 19,06      | 19,55      | 19,83    |
| Cálcio (%)                       | 0,64                | 0,65        | 0,66       | 0,67       | 0,68     |
| Fósforo disponível (%)           | 0,30                | 0,31        | 0,31       | 0,31       | 0,32     |
| Sódio (%)                        | 0,20                | 0,21        | 0,21       | 0,21       | 0,22     |
| Lisina digestível (%)            | 1,03                | 1,04        | 1,06       | 1,08       | 1,09     |
| Metionina digestível (%)         | 0,51                | 0,52        | 0,53       | 0,54       | 0,55     |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,75                | 0,76        | 0,77       | 0,78       | 0,79     |
| Treonina digestível (%)          | 0,67                | 0,68        | 0,69       | 0,70       | 0,71     |
| Triptofano digestível (%)        | 0,20                | 0,21        | 0,21       | 0,21       | 0,22     |
| Arginina digestível (%)          | 1,11                | 1,13        | 1,14       | 1,15       | 1,17     |

\*Premix final (composição por kg do produto): vitamina A 1.300.260,00 UI; vitamina B1 166,00 mg; vitamina B12 1.667,00 mcg; vitamina B2 666,80 mg; vitamina B6 200,00 mg; vitamina D3 400.000,00 UI; vitamina E 2.167,10 mg; vitamina K 333,40 mg; cobre 2000,00 mg; ferro 16,60 g; iodo 400,00 mg; manganês 20,00 g; selênio 60,68 mg; zinco 20,00 g; ácido fólico 100,00 mg; ácido pantotênico 1333,00 mg; biotina 6,67 mg; colina 50,00 g; metionina 230,00 g; niacina 4000,00 mg; virginiamicina 3.666,00 mg.

## 2.2.4 Manejo Experimental

As práticas de manejo das aves ao longo do experimento seguiram o modelo preconizado pela Granja Experimental, que se assemelham as da avicultura industrial da região, de forma a garantir ambiência adequada a cada fase da vida, oferta de água limpa e fresca e ração à vontade. As aves foram vacinadas contra as doenças de Marek e Gumboro no incubatório e revacinadas contra a doença de Gumboro pela aplicação da vacina via água de bebida aos 12 dias de idade.

## 2.2.5 Variáveis Analisadas

### 2.2.5.1 Índices de desempenho

Foi avaliado o desempenho acumulado aos sete, 21, 35 e 42 dias de idade. Para isso foi conduzida à pesagem das aves e das rações, semanalmente, e registrado o peso das aves mortas diariamente. As variáveis analisadas foram: consumo médio de ração (CR), peso vivo médio (PV), conversão alimentar real (CAr) e tradicional (CAt), viabilidade e índice de eficiência produtiva (IEP).

O consumo médio de ração foi obtido pela diferença de peso da ração oferecida e a sobra resultante a cada período, dividido pelo número médio de aves no período. O peso vivo médio foi determinado através da pesagem das aves vivas de cada boxe ao longo do experimento e anotação do número e peso das aves mortas no período. A conversão alimentar tradicional foi obtida através da razão entre o consumo alimentar e o peso corporal da fase experimental. Enquanto para a conversão alimentar real levou-se em consideração o peso das aves mortas, acrescendo ao peso vivo e ainda reduzindo deste total o peso dos pintos de um dia ao serem alojados. A viabilidade foi calculada como porcentagem das aves sobreviventes em relação ao número inicial de aves alojadas.

O índice de eficiência produtiva foi calculado apenas aos 42 dias de idade, este índice levou em consideração o peso corporal da ave, a viabilidade, a idade e a conversão alimentar, calculado com a seguinte fórmula:

$$\text{IEP (\%)} = \frac{\text{Peso vivo (kg)} \times \text{Viabilidade (\%)} \times 100}{\text{Idade em dias} \times \text{Conversão alimentar}}$$

### 2.2.5.2 Rendimento de carcaça e cortes

Aos 42 dias de idade foram retiradas 10 aves de cada tratamento (cinco machos e cinco fêmeas), que apresentavam o peso vivo igual ao peso médio ( $\pm 5\%$ ) das aves pertencentes ao seu respectivo tratamento. As aves foram identificadas por laços plásticos numerados e então submetidas a um período de jejum de 12 horas, recebendo apenas dieta hídrica.

No abatedouro as aves foram novamente pesadas em balança semi-analítica (Marte modelo BL3200H) com precisão de 0,01 gramas e em seguida, submetidas ao procedimento de abate (atordoamento, sangria, escalda, depenagem e evisceração).

Com as carcaças evisceradas e limpas, foi calculado o rendimento de carcaça (RC%) em relação ao peso vivo obtido individualmente, antes do abate. Em seguida foram separados da carcaça os pés, cabeça e pescoço e calculado o rendimento de carcaça sem pés, cabeça e pescoço (RCSPCP%). Posteriormente procederam-se os cortes tradicionalmente encontrados no mercado e sua pesagem, sendo asas, peito completo (com pele e osso), peito sem pele, peito sem osso e pele, coxa+sobrecoxa e dorso, e calculado seus rendimentos.

$$RC (\%) = \frac{\text{Peso da carcaça} \times 100}{\text{Peso vivo}}$$

$$RCSPCP (\%) = \frac{\text{Peso da carcaça sem pés, cabeça e pescoço} \times 100}{\text{Peso vivo}}$$

$$\text{Rendimento de Cortes (\%)} = \frac{\text{Peso do corte} \times 100}{\text{Peso vivo}}$$

#### 2.2.5.3 Composição de peito

Após a pesagem para cálculo de rendimento, os cortes de peito sem osso e pele, foram acondicionados em sacos plásticos identificados, enviados para o laboratório onde foram armazenados em temperatura de -20°C para posterior avaliação da composição centesimal. No laboratório, as amostras foram moídas em moedor de carne elétrico modelo PCP-22L, homogeneizadas e retiradas uma porção de 200g colocadas em bandejas de alumínio e posteriormente pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 96 horas.

Foram realizadas análises de matéria seca, extrato etéreo e proteína bruta. A matéria seca foi determinada pelo método gravimétrico, com emprego de calor, baseando-se na perda de peso do material submetido ao aquecimento a 105°C, até peso constante. Para o extrato etéreo, foi utilizado o método de “Soxhlet”

(gravimétrico), baseando-se na quantidade do material solubilizado por solvente. A fração de proteína foi determinada pelo método de “Kjeldahl”, que consiste na digestão, destilação e posterior titulação, onde foi determinada a porcentagem total de nitrogênio, e este valor multiplicado pelo fator de correção médio de 6,25. Todas estas análises foram realizadas segundo Silva e Queiroz (2002), em duplicata.

#### 2.2.5.4 Viabilidade econômica

Para verificar a viabilidade econômica dos planos nutricionais, determinou-se inicialmente o custo da ração por quilograma de peso vivo ganho ( $Y_i$ ) e custo da ração por quilograma de carcaça ( $Y_i$ ), segundo Bellaver et al. (1985), pela fórmula:

$$Y_i = \frac{Q_i \times P_i}{G_i}$$

Em que  $Y_i$  é custo da ração por quilograma de peso vivo ganho e/ou da carcaça no  $i$ -ésimo tratamento;  $P_i$ , preço por quilograma da ração utilizada no  $i$ -ésimo tratamento;  $Q_i$ , quantidade de ração consumida no  $i$ -ésimo tratamento; e  $G_i$ , ganho de peso e/ou peso da carcaça do  $i$ -ésimo tratamento. Os resultados de custo da dieta e consumo de ração foram calculados separadamente para cada fase de alimentação, e posteriormente, somados. Considerou-se o preço de cada tratamento, de acordo com a densidade nutricional. Os preços dos ingredientes da ração foram levantados junto ao mercado, no mês de março de 2013 da região de Uberlândia, Minas Gerais.

Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC), propostos por Fialho et al. (1992), conforme segue:

$$IEE = \frac{MCe \times 100}{CTei} \quad e \quad IC = \frac{CTei \times 100}{MCe}$$

Em que  $MCe$  é o menor custo da ração por quilograma ganho observado entre os tratamentos e  $CTei$ , custo do tratamento  $i$  considerado.

## 2.2.6 Análise Estatística

Após verificação da normalidade dos resíduos dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância com 5% de significância, sendo realizada regressão entre os planos nutricionais, por meio do programa SAS 9.3 (SAS, 2011).

## 2.3 Resultados e Discussão

Do alojamento aos sete dias de idade, não houve efeito significativo dos planos nutricionais para a viabilidade, enquanto que para consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar real e tradicional houve efeito linear (Tabela 5). O aumento dos níveis nutricionais e energéticos levou a um menor consumo de ração, maior peso vivo e melhor conversão alimentar real e tradicional, conforme as equações lineares  $y = 0,14403 - 0,00143x$  ( $R^2 = 0,8532$ ),  $y = 0,16323 + 0,00129x$  ( $R^2 = 0,8435$ ),  $y = 1,219 - 0,02559x$  ( $R^2 = 0,8632$ ) e  $y = 0,89162 - 0,0169x$  ( $R^2 = 0,8451$ ), respectivamente. Evidenciando que o melhor plano nutricional nesta fase foi de +3% em relação ao plano referência.

Tabela 5. Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt) e viabilidade de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos sete dias de idade.

| Tratamentos      | CR (kg) | PV (kg) | CAr (kg/kg) | CAt (kg/kg) | Viabilidade (%) |
|------------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| Plano -3%        | 0,149   | 0,161   | 1,290       | 0,943       | 98,83           |
| Plano -1,5%      | 0,145   | 0,160   | 1,248       | 0,907       | 99,71           |
| Plano referência | 0,144   | 0,162   | 1,227       | 0,893       | 99,67           |
| Plano +1,5%      | 0,144   | 0,165   | 1,218       | 0,894       | 99,67           |
| Plano +3%        | 0,138   | 0,168   | 1,116       | 0,824       | 100,00          |
| CV (%)           | 4,52    | 3,50    | 7,39        | 6,74        | 1,21            |
| Pvalor           | 0,0130  | 0,0045  | <0,0001     | <0,0001     | 0,2656          |
| Efeito           | Linear  | Linear  | Linear      | Linear      | ns              |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Observa-se que dietas com níveis nutricionais e energéticos mais altos possivelmente atenderam melhor as exigências da linhagem Hubbard Flex na primeira semana de vida, pois neste período, as aves tem uma menor capacidade digestiva, e consequentemente, dietas mais concentradas possibilitaram maiores resultados de ganhos com um menor consumo.

Resultado semelhante foi encontrado por Savoldi et al. (2012) que encontraram que o consumo é reduzido linearmente com o aumento de energia da dieta. E por Jiang, Waldroup e Fritts (2005), que também observaram diminuição no consumo quando reduziram o nível de proteína da dieta. De acordo com os achados de Si et al. (2001), frangos de corte alimentados com dietas marginais em aminoácidos consumirão mais para alcançar seus requerimentos para ganho de peso. Kolling, Kessler e Ribeiro (2005) reforçam que a redução nos níveis nutricionais provoca aumento do consumo para alcance de máximo crescimento.

Observou-se aumento no ganho de peso com o aumento dos níveis nutricionais e energéticos através dos planos. Resultado semelhante foi encontrado por Zanuso et al. (1999) e Savoldi et al. (2012) que encontraram efeito linear com os níveis de energia. Moran (1992) estudando a influência dos níveis de energia e proteína sobre o desempenho de frangos de corte, concluiu que o aumento dos níveis melhorou esta variável. Penz Junior e Vieira (1998) verificaram que pintos de corte têm maior necessidade de proteína na primeira semana de vida, em decorrência da capacidade metabólica de termorregulação pouco desenvolvida. O catabolismo dos aminoácidos em excesso causaria aumento no calor metabólico, o que beneficia as aves neste período.

A melhora da conversão alimentar com o aumento dos níveis nutricionais da dieta ocorreu, possivelmente devido à eficiência de utilização dos nutrientes associada ao aumento de massa muscular, uma vez que o plano encontrado para maior ganho de peso foi semelhante ao obtido para melhor conversão alimentar. Semelhante ao trabalho Nascimento et al. (2004) e Savoldi et al. (2012) também encontraram melhorias na conversão alimentar com o aumento dos níveis de energia da dieta.

Diferentemente Rocha et al. (2003) quando analisaram dois níveis de energia metabolizável (2.850 e 3.000 kcal/kg) e três níveis de proteína (20, 23 e 26%) nos parâmetros de desempenho, de um a sete dias de idade para a linhagem Hubbard, não verificaram efeito no desempenho. Stringhini et al. (2001) não encontraram diferenças dos níveis de energia metabolizável e proteína bruta sobre a conversão alimentar na primeira semana de vida.

No período de um a 21 dias de idade, o consumo de ração, peso vivo e conversão alimentar foram influenciados pelos planos nutricionais (Tabela 6). O

consumo de ração e conversão alimentar real e tradicional apresentaram efeito cúbico, conforme as equações  $y = 1,2363 + 0,00938x + 0,00069761x^2 - 0,00216x^3$  ( $R^2 = 0,878$ ),  $y = 1,30582 + 0,00778x + 0,00281x^2 - 0,00343x^3$  ( $R^2 = 0,9283$ ), e  $y = 1,24999 + 0,00644x + 0,0027x^2 - 0,00313x^3$  ( $R^2 = 0,9188$ ), respectivamente. O peso vivo mostrou um efeito linear crescente, aumentando com os níveis dos planos nutricionais, de acordo com a equação  $y = 0,98312 + 0,00797x$  ( $R^2 = 0,8026$ ). Para viabilidade não observou-se efeito dos planos ( $P > 0,05$ ).

Tabela 6. Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt) e viabilidade de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 21 dias de idade.

| Tratamentos      | CR (kg) | PV (kg) | CAr (kg/kg) | CAt (kg/kg) | Viabilidade (%) |
|------------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| Plano -3%        | 1,271   | 0,951   | 1,397       | 1,336       | 97,95           |
| Plano -1,5%      | 1,238   | 0,976   | 1,324       | 1,269       | 98,82           |
| Plano referência | 1,224   | 0,997   | 1,285       | 1,229       | 99,67           |
| Plano +1,5%      | 1,253   | 0,988   | 1,326       | 1,269       | 99,35           |
| Plano +3%        | 1,211   | 1,004   | 1,259       | 1,206       | 98,53           |
| CV (%)           | 2,92    | 3,17    | 4,85        | 4,82        | 1,81            |
| Pvalor           | 0,0007  | 0,0004  | <0,0001     | <0,0001     | 0,2481          |
| Efeito           | Cúbico  | Linear  | Cúbico      | Cúbico      | ns              |

ns = não significativo ( $P > 0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Observou-se efeito cúbico dos níveis nutricionais e energéticos para consumo de ração e conversão alimentar, esse efeito ocorreu possivelmente devido aos altos valores encontrados para consumo de ração e conversão alimentar no plano de +1,5%. Diferentemente deste resultado Zanusso et al. (1999) e Mendonça et al. (2007) ao aumentarem os níveis energéticos da dieta de frangos de corte, verificaram queda no consumo de ração e na conversão alimentar. Da mesma forma Rocha et al. (2003) com aumento de proteína. Segundo Hill e Dansky (1954) e Waldroup (1981), o nível energético da dieta modula a eficiência alimentar, particularmente de duas formas: primeiramente, com o aumento da energia da dieta, as necessidades energéticas das aves são atendidas com menor consumo alimentar; e segundo, a taxa de crescimento é melhorada com altos níveis de energia, maximizando a utilização da proteína bruta da dieta.

Neste trabalho o maior peso vivo foi obtido nos animais que consumiram rações com os mais elevados níveis nutricionais e energéticos (+3%). Este resultado

evidência que, o aumento nos níveis, principalmente de aminoácidos, como lisina, podem ter proporcionado aumento na síntese proteica. Da mesma forma Kamran et al. (2008) observaram um aumento linear no ganho de peso de pintos machos de um a 21 dias de idade, com aumento dos níveis de proteína da dieta. Isto pode ter ocorrido devido ao aumento na deposição de proteína, em razão da melhora gradativa da relação EM:PB das rações. Também Ghafari et al. (2008) observaram uma melhora no ganho de peso com o aumento da densidade energética e nutricional da ração em frangos de corte de dez a 28 dias de idade, no entanto este efeito não foi significativo no período de 28 a 49 dias de idade.

Na Tabela 7 estão os resultados de desempenho de um a 35 dias de idade. Observou-se que maiores níveis nutricionais e energéticos proporcionaram diminuição no consumo de ração e melhora na conversão alimentar real e tradicional conforme as equações lineares decrescentes  $y = 3,29261 - 0,04511x$  ( $R^2 = 0,9258$ ),  $y = 1,47054 - 0,0181x$  ( $R^2 = 0,9669$ ) e  $y = 1,45126 - 0,01886x$  ( $R^2 = 0,9551$ ), respectivamente. Entretanto, não observou-se efeito sobre as variáveis peso vivo e viabilidade.

Tabela 7. Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt) e viabilidade de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 35 dias de idade.

| Tratamentos      | CR (kg) | PV (kg) | CAr (kg/kg) | CAt (kg/kg) | Viabilidade (%) |
|------------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------------|
| Plano -3%        | 3,406   | 2,251   | 1,532       | 1,514       | 97,07           |
| Plano -1,5%      | 3,371   | 2,294   | 1,486       | 1,470       | 97,35           |
| Plano referência | 3,303   | 2,282   | 1,470       | 1,447       | 99,02           |
| Plano +1,5%      | 3,266   | 2,274   | 1,451       | 1,437       | 98,04           |
| Plano +3%        | 3,122   | 2,248   | 1,414       | 1,389       | 98,24           |
| CV (%)           | 3,88    | 3,05    | 3,65        | 3,85        | 2,77            |
| Pvalor           | <0,0001 | 0,5264  | <0,0001     | <0,0001     | 0,5638          |
| Efeito           | Linear  | ns      | Linear      | Linear      | ns              |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Fanhani (2011) em um trabalho semelhante ao presente estudo testou diferentes programas nutricionais para a linhagem Cobb, um padrão tendo em base as exigências de Rostagno et al. (2005), e os demais tiveram seus níveis nutricionais alterados em 15, 10 e 5% abaixo e em 5 e 10% acima em relação ao programa padrão. No mesmo trabalho período de um a 35 dias de idade, a conversão alimentar e o consumo de ração sofreram efeito linear decrescente.

Segundo Bertechini et al. (1991) e Dozier et al. (2006), o nível de energia da dieta controla o consumo das aves, reafirmando a necessidade da adequação de todos os nutrientes da dieta ao seu conteúdo de energia. A utilização de dietas mais densas e a redução do consumo podem ser interessantes, pois segundo Sakomura et al. (2004), quanto maior o volume de ração no trato digestório, menor sua utilização, o que pode ser explicado pela diminuição na eficiência de atuação das enzimas digestivas e, consequentemente menor absorção de nutrientes.

Os resultados de desempenho acumulado aos 42 dias de idade estão apresentados na Tabela 8. O consumo de ração, conversão alimentar real e tradicional reduziram com o aumento dos níveis conforme as equações lineares decrescentes  $y = 4,5346 - 0,07891x$  ( $R^2 = 0,9756$ ),  $y = 1,60859 - 0,01859x$  ( $R^2 = 0,976$ ) e  $y = 1,59869 - 0,01974x$  ( $R^2 = 0,9688$ ), respectivamente, evidenciando o plano nutricional de +3% em relação ao plano referência, como sendo o melhor para essas características. Enquanto o peso vivo foi influenciado de forma cúbica, através da equação  $y = 2,87499 - 0,04729x - 0,00147x^2 + 0,00464x^3$  ( $R^2 = 0,9603$ ). Para a viabilidade a regressão não foi significativa ( $P>0,05$ ).

Tabela 8. Efeito dos diferentes planos nutricionais sobre o consumo de ração (CR), peso vivo (PV), conversão alimentar real (CAr), conversão alimentar tradicional (CAt), viabilidade (Viab.) e índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade.

| Tratamentos      | CR (kg) | PV (kg) | CAr (kg/kg) | CAt (kg/kg) | Viab. (%) | IEP (%) |
|------------------|---------|---------|-------------|-------------|-----------|---------|
| Plano -3%        | 4,750   | 2,853   | 1,670       | 1,665       | 95,90     | 391,31  |
| Plano -1,5%      | 4,670   | 2,892   | 1,628       | 1,615       | 97,39     | 415,22  |
| Plano referência | 4,574   | 2,860   | 1,605       | 1,599       | 97,71     | 416,54  |
| Plano +1,5%      | 4,381   | 2,781   | 1,589       | 1,576       | 98,04     | 412,62  |
| Plano +3%        | 4,300   | 2,820   | 1,551       | 1,537       | 97,32     | 428,90  |
| CV (%)           | 4,64    | 2,72    | 3,03        | 3,37        | 2,98      | 5,58    |
| Pvalor           | <0,0001 | 0,0211  | <0,0001     | <0,0001     | 0,5585    | 0,0084  |
| Efeito           | Linear  | Cúbico  | Linear      | Linear      | ns        | Linear  |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

No período de um a 42 dias de idade para linhagem Cobb, Fanhani (2011) também não encontrou diferenças para viabilidade. As variáveis consumo de ração e consumo de energia apresentaram efeito quadrático, a conversão alimentar efeito linear decrescente, enquanto o peso vivo e o índice de eficiência produtiva apresentou efeito linear crescente, com o aumento dos níveis dos nutrientes da

dieta. O que diferenciou do presente estudo em relação ao peso vivo e consumo de ração, provavelmente devido à linhagem e metodologia utilizada ser diferente.

Reginatto et al. (2000), Mendes et al. (2004) e Dozier et al. (2006) avaliando diferentes planos nutricionais, também encontraram redução linear no consumo de ração quando elevaram os níveis de energia da dieta neste período. Waldroup et al. (1990), Bertechini et al (1991) e Dozier et al. (2006) afirmaram que o nível de energia da ração controla o consumo alimentar dos frangos de corte, reduzindo o mesmo. Silva, Albino e Nascimento (2001), Costa et al. (2001) e Kamran et al. (2008) observaram redução linear no consumo de ração e conversão alimentar com aumento dos níveis de proteína bruta.

Segundo Junqueira, Araújo e Faria (1999), ajustes da densidade nutricional das rações podem se constituir em uma alternativa para permitir o atendimento das necessidades nutricionais das aves e também para minimizar alguns dos problemas decorrentes da redução de consumo das aves, como ocorre em condições de climas quentes.

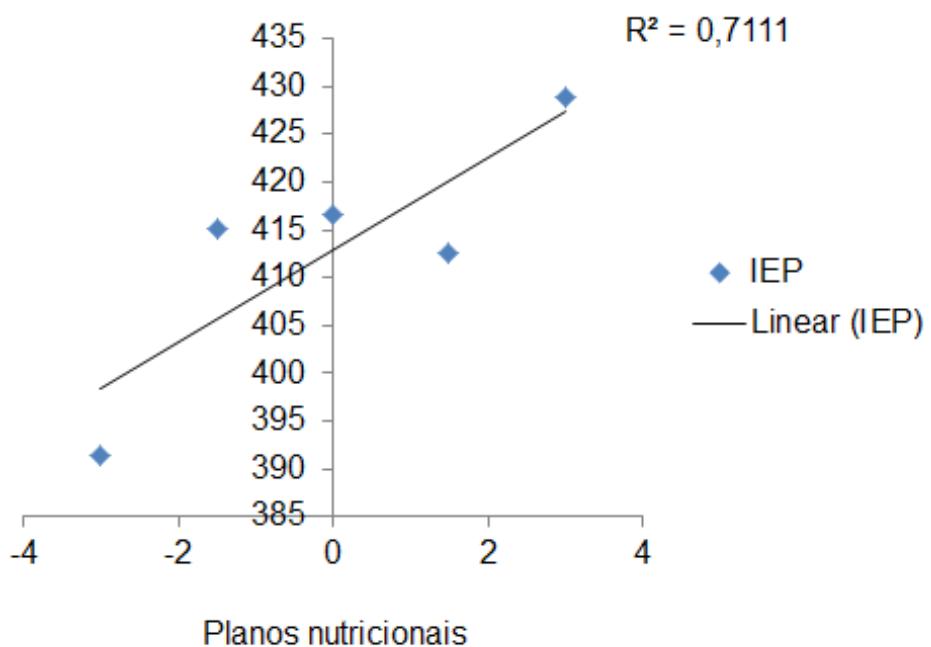
O aumento gradativo da energia das rações, em razão da redução do incremento calórico, devido à inclusão, em níveis crescentes, de óleo, está associado ao provável aumento da deposição de proteína, em consequência da melhora na relação energia:proteína das rações, justificando os resultados de conversão alimentar.

Resultado este que corrobora com Braga e Baião (2001), Leandro et al. (2003), Mendes et al. (2004), Sakomura et al. (2004) e Duarte et al. (2006) que também verificaram que a conversão alimentar melhorou com o aumento dos níveis de EM da ração. Porém, Lima et al. (2008) observaram que a conversão alimentar, tanto dos machos quanto das fêmeas, nos períodos de um a 40 e de um a 45 dias de idade não foi influenciada pelos níveis energéticos e aminoacídicos. Quanto ao conteúdo aminoacídico, Kidd et al. (2005) observaram melhor conversão alimentar quando forneceram níveis de aminoácidos mais altos.

De forma semelhante ao obtido neste trabalho, Silva, Albino e Nascimento (2001) estudando níveis de energia e relações EM:PB para frangos de corte, relataram que a mortalidade não foi afetada pelos tratamentos. Luchesi (2000) cita que com o surgimento de linhagens de conformação, o aumento do níveis nutricionais da ração não tem implicado em elevação da mortalidade.

O índice de eficiência produtiva melhorou de forma linear (Figura 1), representado pela equação  $y = 412,79935 + 4,95579x$  ( $R^2 = 0,7111$ ). Esta diferença pode ter sido devido ao efeito linear sofrido pela conversão alimentar, de forma que sua redução aumentou o IEP.

Figura 1. Efeito dos planos nutricionais sobre o índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos de corte da linhagem Hubbard Flex aos 42 dias de idade.



Não foi observada interação significativa entre os planos nutricionais e sexos para rendimento de carcaça e dos cortes de peito (Tabela 9). Os planos nutricionais não influenciaram o rendimento de carcaça, carcaça sem pés, pescoço e cabeça e peito sem pele e osso. Entretanto, para rendimento de peito completo conforme foi aumentando os níveis o rendimento foi piorando até o plano nutricional 0,48% maior que o plano referência, de acordo com a regressão  $y = 0,119x^2 - 0,1136x + 25,672$  ( $R^2 = 0,3477$ ). Da mesma forma o peito sem pele foi reduzindo com o aumento dos níveis até o plano 0,95% de acordo com a regressão quadrática  $y = 0,0767x^2 - 0,1454x + 23,982$  ( $R^2 = 0,2429$ ).

Tabela 9. Rendimentos percentuais de carcaça (RC), carcaça sem pés, cabeça e pescoço (RCSPCP), peito completo (RPC), peito sem pele (RPSP) e de peito sem pele e osso (RPSPO) de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade submetidos a diferentes planos nutricionais.

|        |           | RC     | RCSPCP | RPC        | RPSP       | RPSPO  |
|--------|-----------|--------|--------|------------|------------|--------|
| Planos | -3%       | 84,01  | 73,46  | 27,25      | 25,28      | 20,48  |
|        | -1,5%     | 83,85  | 73,39  | 25,40      | 23,62      | 19,42  |
|        | 0         | 83,83  | 73,36  | 26,79      | 25,18      | 20,50  |
|        | 1,5%      | 83,28  | 72,67  | 24,99      | 23,10      | 18,92  |
|        | 3%        | 84,16  | 73,50  | 26,60      | 24,46      | 19,98  |
| Sexos  | Fêmeas    | 83,50  | 73,31  | 26,18      | 24,17      | 19,80  |
|        | Machos    | 84,16  | 73,24  | 26,24      | 24,49      | 19,92  |
|        | CV(%)     | 1,23   | 1,51   | 7,36       | 7,78       | 7,87   |
|        | Planos    | 0,3651 | 0,4633 | Quadrático | Quadrático | 0,0795 |
|        | Sexos     | 0,0231 | 0,8066 | 0,9074     | 0,5255     | 0,7789 |
|        | Interação | 0,6055 | 0,6929 | 0,4706     | 0,3446     | 0,0924 |
|        | Fêmeas    | ns     | ns     | ns         | ns         | ns     |
|        | Machos    | ns     | ns     | ns         | ns         | ns     |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Faria Filho et al. (2006) e Rodrigues et al. (2008) não encontraram diferenças estatísticas para rendimento de carcaça e cortes de frangos alimentados com diferentes níveis de PB. Da mesma forma Leandro et al. (2003), Kamran et al. (2008) e Fanhani (2011), não encontraram diferenças para rendimento de carcaça para frangos de corte, submetidos a diferentes planos nutricionais, de níveis de energia e proteína, corroborando com os resultados encontrados. Por outro lado, Sabino et al. (2004) encontraram efeito linear para rendimento de carcaça com o aumento dos níveis de PB. Estes contrastes se justificam pelas diferenças entre linhagens avaliadas, níveis utilizados e balanceamento diferenciado das dietas experimentais.

Em relação ao rendimento de peito sem pele com osso, Barboza et al. (2000) também encontraram efeito quadrático, quando avaliaram diferentes níveis de lisina para a linhagem Hubbard. Da mesma forma Marcu et al. (2012) e Marcu et al. (2013) mostraram um efeito significativo da energia e proteína da dieta no rendimento de peito. Entretanto Kidd et al. (2005) não observaram influência dos níveis de aminoácidos sobre o rendimento de peito, tanto nos machos quanto nas fêmeas.

Diferentemente Costa et al. (2001) encontraram efeito linear crescente para rendimento de peito de frangos de corte alimentados com dietas contendo 17,50 a 19,50% de PB. De acordo com Leeson (1995), à medida que há incremento da ingestão proteica, em razão do maior conteúdo de proteína da dieta, há aumento do

rendimento de peito, o que não foi encontrado no presente trabalho, provavelmente devido à fisiologia da linhagem.

Na Tabela 9 também observou-se efeito do sexo ( $P<0,05$ ) sobre o rendimento de carcaça, com melhores resultados para os machos. Ou seja, que independentemente dos níveis nutricionais os machos apresentaram maiores rendimentos de carcaça que as fêmeas. O sexo não influenciou as demais variáveis.

Stringhini et al. (2003) também observaram que os machos apresentam maiores pesos de carcaça com pés, pescoço e cabeça que as fêmeas em virtude do seu maior peso vivo. Para estes autores as fêmeas dos frangos de corte acumulam maior quantidade de gordura corporal, o que compromete seu ganho de peso e conversão alimentar. Moreira et al. (2001) afirmaram serem os machos superiores às fêmeas nas variáveis peso vivo e peso de carcaça.

Não foi observada interação ( $P>0,05$ ) entre planos nutricionais e sexos para os rendimentos de asa e dorso, entretanto, observou-se interação significativa para coxa+sobrecoxa (Tabela 10), onde fêmeas e machos apresentaram efeito cúbico por meio das equações  $y = 0,0696x^3 + 0,058x^2 - 0,6499x + 21,523$  ( $R^2 = 0,924$ ) e  $y = -0,0556x^3 - 0,0389x^2 + 0,5101x + 23,036$  ( $R^2 = 0,8426$ ), respectivamente. Os planos e o sexo não influenciaram o rendimento de asa. Porém, houve efeito do sexo para dorso ( $P<0,05$ ) onde as fêmeas apresentaram maiores rendimentos, isso devido provavelmente aos menores resultados de coxa+sobrecoxa.

Tabela 10. Rendimentos percentuais de coxa+sobrecoxa, asa e dorso de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

|           |        | Coxa+sobrecoxa | Asa    | Dorso  |
|-----------|--------|----------------|--------|--------|
| Planos    | -3%    | 22,34          | 8,29   | 15,57  |
|           | -1,5%  | 22,55          | 8,28   | 17,16  |
|           | 0      | 22,02          | 8,17   | 16,38  |
|           | 1,5%   | 22,39          | 8,07   | 16,85  |
|           | 3%     | 22,30          | 8,58   | 16,02  |
| Sexos     | Fêmeas | 21,78          | 8,35   | 16,86  |
|           | Machos | 22,86          | 8,21   | 15,93  |
| CV(%)     |        | 4,69           | 6,32   | 10,00  |
| Planos    |        | 0,7258         | 0,2120 | 0,2041 |
| Sexos     |        | <0,0001        | 0,3153 | 0,0478 |
| Interação |        | 0,0179         | 0,0891 | 0,9832 |
| Fêmeas    |        | Cúbico         | ns     | ns     |
| Machos    |        | Cúbico         | ns     | ns     |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Antunes et al. (2013) avaliaram o efeito de três níveis energéticos e duas linhagens sobre o rendimento de cortes. E encontraram que os níveis de energia da dieta não afetaram o rendimento de asas, peito com pele e com osso, peito com pele e sem osso e peito sem pele e sem osso. Entretanto encontram efeito para o rendimento de coxa e sobrecoxa. Bastos et al. (1998) encontraram efeito linear dos níveis de energia da dieta sobre o rendimento de coxa+sobrecoxa.

Mendes et al. (2004) observaram pior rendimento de coxa e sobrecoxa quando fornecidos níveis mais baixos de aminoácidos. Entretanto Lima et al. (2008) não observaram efeitos dos níveis de energia e aminoácidos sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa de machos e fêmeas. Mendes et al. (2004) também encontraram efeito do sexo sobre o rendimento de coxa e sobrecoxa, sendo que os machos apresentaram maior rendimento. Os mesmos autores encontraram efeito linear negativo ( $P<0,05$ ) de níveis de energia sobre o rendimento de asas.

Na tabela 11 estão apresentados os valores de composição centesimal em porcentagem do peito. Não foi observada interação significativa entre planos e sexo para teor de matéria seca, porém, observou-se interação ( $P<0,05$ ) para proteína bruta e extrato etéreo do peito, onde as fêmeas apresentaram efeito linear pela equação  $y = 0,1988x + 23,293$  ( $R^2 = 0,8542$ ) e os machos efeito cúbico com equação  $y = 0,0421x^3 + 0,1302x^2 + 0,0066x + 23,438$  ( $R^2 = 0,9721$ ) para teor de proteína bruta, e as fêmeas efeito linear para teor de extrato etéreo através da equação  $y = -0,0199x + 2,694$  ( $R^2 = 0,9609$ ). Observou-se efeito dos planos para matéria seca através da equação linear  $y = 0,2205x + 27,969$  ( $R^2 = 0,913$ ).

Estes resultados evidenciam que, embora os planos de nutrição não tenham influenciado o peito sem osso e sem pele, a composição variou com os tratamentos, com melhores resultados para as aves que receberam o tratamento +3% do plano referência.

Tabela 11. Teores médios percentuais de matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo na matéria natural de peito de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

|        |           | Matéria Seca | Proteína bruta | Extrato etéreo |
|--------|-----------|--------------|----------------|----------------|
| Planos | -3%       | 27,18        | 23,09          | 2,66           |
|        | -1,5%     | 27,85        | 23,27          | 2,63           |
|        | 0         | 27,99        | 23,48          | 2,59           |
|        | 1,5%      | 28,11        | 23,50          | 2,55           |
|        | 3%        | 28,71        | 24,95          | 2,43           |
| Sexos  | Fêmeas    | 27,65        | 23,29          | 2,64           |
|        | Machos    | 28,28        | 24,02          | 2,50           |
|        | CV(%)     | 2,73         | 3,67           | 7,29           |
|        | Planos    | Linear       | <0,0001        | 0,0074         |
|        | Sexos     | <0,0001      | <0,0001        | 0,0008         |
|        | Interação | 0,1096       | 0,0176         | 0,0034         |
|        | Fêmeas    | ns           | Linear         | Linear         |
|        | Machos    | ns           | Cúbico         | ns             |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Marcu et al. (2013) também encontraram efeitos dos níveis de energia e proteína da dieta nos teores de matéria seca do peito de frangos de corte da linhagem Ross 308, a medida que aumentou-se os níveis nutricionais e energéticos os teores de matéria seca também aumentaram.

Os mesmos autores encontraram valores para teores de proteína e extrato etéreo semelhantes ao presente trabalho. Onde mostraram que a elevação dos níveis de energia e proteína da dieta aumentou a quantidade de proteína, enquanto lipídios reduziram. Normalmente, uma diminuição de proteínas musculares é acompanhada por um aumento em lipídios (THIM et al., 1997; MORITZ et al., 2005; HORNIKOVA; ABAS, 2009).

Aumento dos níveis de gordura na carcaça com redução dos teores de proteína bruta da dieta tem sido observado com frequência nos trabalhos científicos (COSTA et al. 2001; SILVA et al. 2001; BREGENDAHL et al., 2002). De acordo com Silva et al. (2001), as carcaças ficam mais gordas quando os animais são alimentados com dietas pobres em proteína bruta, suplementadas com aminoácidos. Isso se deve ao fato de haver economia de energia quando não se tem excesso nitrogênio para ser eliminado.

Segundo Leclercq (1998) e Skalan e Plavnik (2002), a eliminação de excessos de proteína na forma de ácido úrico, tem alto custo energético. Estima-se que, para incorporar um aminoácido na cadeia proteica gasta-se em torno de 4 mols de ATP e

para excretar um aminoácido são gastos de 6 a 18 mols de ATP's, dependendo da quantidade de nitrogênio do aminoácido. Dessa forma, com aminoácido em excesso, a ave gasta energia para eliminar o excesso de nitrogênio, energia que deveria estar sendo utilizada na manutenção corporal ou deposição de tecidos. Com isso, os resultados observados no presente trabalho são justificados pelo aumento dos teores de extrato etéreo nas carcaças dos frangos alimentados com dietas pobres em proteína bruta. Houve sobra de energia que foi estocada na forma de gordura. Segundo Lesson e Summers (2001), excessos de energia não podem ser excretados pelo corpo do animal sendo consequentemente estocado como gordura.

De acordo com Furlan et al. (2004), a deposição de aminoácidos na carcaça é pré-estabelecida pela ave, de acordo com sua informação genética. Em outras palavras, existe um limite para a deposição diária de proteína independente da ingestão. Apesar disso, Gonzalez-Esquera e Leeson (2005) observaram aumento na deposição de proteína na carcaça quando as aves consumiram dietas mais ricas em proteína.

Deve-se, portanto, atender às exigências diárias de aminoácidos das aves visando máxima deposição proteica e, ao mesmo tempo, mínima deposição de gordura na carcaça. Tanto a falta quanto o excesso de aminoácidos, todavia, podem limitar o crescimento de tecido magro, aumentando a quantidade de gorduras, uma vez que a energia pode ser oriunda da desaminação de proteínas (LEESON et al., 1996).

Na Tabela 11 também observou-se efeito do sexo para todas as variáveis. Sendo os teores de matéria seca e proteína bruta do peito maiores para machos e de extrato etéreo maiores para fêmeas. Segundo Stringhini et al. (2003) as fêmeas de frangos de corte geralmente acumulam maior quantidade de gordura corporal, o que compromete seu ganho de peso e conversão alimentar.

Na Tabela 12 estão apresentados os resultados de custo da ração por quilograma de peso vivo, índice de eficiência econômica e índice de custo para análise de viabilidade econômica dos tratamentos. O custo da ração por quilograma de peso vivo foi afetado de forma linear representado pela equação linear crescente  $y = 0,0065x + 1,1069$  ( $R^2 = 0,8765$ ), ou seja, com o aumento dos níveis o custo também aumentou.

Os índices de eficiência econômica e custo foram melhores para os planos -3 e -1,5%. Parece não ser economicamente viável o aumento de níveis nutricionais e

energéticos para a linhagem Hubbard Flex, todavia esta avaliação poderá ser diferente em função, do preço de mercado na época de utilização do farelo de soja e óleo de soja, os ingredientes que mais foram aumentados nos planos nutricionais e que impactaram os índices econômicos.

Tabela 12. Custo da ração (Y<sub>i</sub>) por quilograma de peso vivo ganho, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte, da linhagem Hubbard Flex, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

| Tratamentos      | Y <sub>i</sub> /Kg PV | IEE    | IC     |
|------------------|-----------------------|--------|--------|
| Plano -3%        | 1,09                  | 100,00 | 100,00 |
| Plano -1,5%      | 1,09                  | 100,00 | 100,00 |
| Plano referência | 1,10                  | 99,09  | 100,91 |
| Plano +1,5%      | 1,12                  | 97,32  | 102,75 |
| Plano +3%        | 1,12                  | 97,32  | 102,75 |
| CV (%)           | 2,45                  |        |        |
| Pvalor           | 0,0047                |        |        |
| Efeito           | Linear                |        |        |

ns = não significativo (P>0,05)

CV = coeficiente de variação

Os resultados da análise de viabilidade econômica, em relação à carcaça eviscerada, encontram-se na Tabela 13. O custo da ração por quilograma de carcaça eviscerada não obteve efeito significativo dos níveis nutricionais. Os índices de eficiência econômica e de custo foram melhores para o tratamento -3%. Seguidos pelos tratamentos +1,5 e +3%, sendo a escolha do plano a ser utilizado, como citado, de acordo com preço de mercado das matérias primas utilizadas.

Tabela 13. Custo da ração (Y<sub>i</sub>) por quilograma de carcaça, índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de frangos de corte, da linhagem Hubbard Flex, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

| Tratamentos      | Y <sub>i</sub> /Kg carcaça | IEE    | IC     |
|------------------|----------------------------|--------|--------|
| Plano -3%        | 1,32                       | 100,00 | 100,00 |
| Plano -1,5%      | 1,35                       | 97,78  | 102,27 |
| Plano referência | 1,35                       | 97,78  | 102,27 |
| Plano +1,5%      | 1,33                       | 99,25  | 100,76 |
| Plano +3%        | 1,33                       | 99,25  | 100,76 |
| CV (%)           | 2,76                       |        |        |
| Pvalor           | 0,3527                     |        |        |
| Efeito           | ns                         |        |        |

ns = não significativo (P>0,05)

CV = coeficiente de variação

## 2.4 Conclusão

O consumo de ração, a conversão alimentar, o índice de eficiência produtiva e a composição do peito melhoraram com o aumento dos níveis nutricionais e energéticos. Entretanto para a análise econômica constatou-se pior resultado ao aumento dos níveis dentro de cada plano.

## Referências

- ANTUNES, M. M.; BUENO, J. P. R.; SILVA, M. C. A.; SOARES, D. B.; SANTOS, I. L.; CARVALHO, C. M. C.; OLIVEIRA, M. V.; FERNANDES, E. A. Rendimento de carcaça e cortes em frangos de corte fêmeas de duas linhagens submetidas a diferentes níveis nutricionais. **Veterinária Notícias**, Uberlândia, v. 18, n. 2, p. 100-104, 2012. (Suplemento).
- AZIZI, B.; SADEGHI, G.; KARIMI, A.; ABED, F. Effects of dietary energy and protein dilution and time of feed replacement from starter to grower on broiler chickens performance. **Journal of Central European Agriculture**, Zagreb, v.12, n.1, p. 44-52, 2011.
- BARBOZA, W. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; RODRIGUES, P. B. Níveis de lisina para frangos de corte de 22 a 40 e 42 a 48 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 1091-1097, 2000.
- BASTOS, E. C. G.; LANA, G. R. Q.; SILVA JUNIOR, R. G. C. Efeitos de níveis de energia da dieta e do sexo sobre o desempenho produtivo e rendimento de cortes nobres em frangos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.466-68.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E. T.; PROTAS, J. F. S.; GOMES, P. C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Belo Horizonte, v. 20, n. 8, 969-974, 1985.
- BERTECHINI, A. G.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, A. I. G. Efeitos da temperatura ambiente e nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça

de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 20, n. 3, p. 218-228, 1991.

BOLARINWA, O. A.; ADEOLA, O. Energy value of wheat, barley, and wheat dried distillers grains with solubles for broiler chickens determined using the regression method, **Poultry Science**, Champaign, v. 91, p. 1928-1935, 2012.

BRAGA, J. P.; BAIÃO, N. C. Suplementação lipídica no desempenho de aves em altas temperaturas. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.31, p.23-28, 2001.

BREGENDAHL, K.; SELL, J. L.; ZIMMERMAN, D. R. Effect of low-protein diets on growth performance and body composition of broiler chicks. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p.1156-1167, 2002.

COSTA, F. G. P.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; GOMES, P. C.; TOLEDO, R. S.; VARGAS JUNIOR, J. G. Níveis dietéticos de proteína bruta para frangos de corte de 1 a 21 e 22 a 42 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1498-1505, 2001.

DOZIER, W. A.; PRICE, C. J.; KIDD, M. T.; CORZO, A.; ANDERSON, J.; BRANTON, S. L. Growth performance, meat yield, and economic responses of broilers fed diets varying in metabolizable energy from thirty to fifty-nine days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 15, p. 367-382, 2006.

FANHANI, J. F. **Avaliação de diferentes programas nutricionais e desenvolvimento de modelos matemáticos para predição de desempenho, características de carcaça de frangos de corte machos e elaboração de análises econômicas**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

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**, Belo Horizonte, v. 41, n. 1, p. 101-106, 2006.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. P.; FERREIRA, A. S.; GOMES, P. C. GIROTTI, A. F. Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Belo Horizonte, v.27, n.10, p. 1467-1475, 1992.

FURLAN, R. L.; FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; MACARI, M. Does low-protein diet improve broiler performance under heat stress conditions? **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p. 71-79, 2004.

GONZALES, E.; SARTORI, J. R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 279-297.

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

GRAFARI, M.; SHIVAZAD, M.; SAGHARI, M.; SEYFI, E. Determination of the best level of dietary energy with two diet formulation methods based on total and digestible amino acid on broiler diet. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, Karachi, v. 11, n. 11, p. 1461-1466, 2008.

HILL, F.W.; DANSKY, L.M. Studies of the energy requirements of chickens: I. The effect of dietary level on growth and feed composition. **Poultry Science**, Champaign, v.33, p.112-119, 1954.

HORNIKOVA, E.; ABAS, K. A. Influence of low levels of protein and sex on carcass traits and nutrient content in broiler meats. **Slovak Journal of Animal Science**, Nitra, v. 42, n. 2, p. 75–78, 2009.

JIANG, Q.; WALDROUP, P. W.; FRITTS, C. A. Improving the utilization of diets in crude protein for broiler chicken. Evaluation of special amino acid supplementation to diets low in crude protein. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 4, n. 3, p. 115-122, 2005.

JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, L. F.; FARIA, D. E. Energia para frangos de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1., 1999, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1999. p.41-52.

KAMRAN, Z.; SARWAR, M.; NISA, M.; NADEEM, M. A.; MAHMOOD, S.; BABAR, M. E.; AHMED, S. Effect of low-protein diets having constant energy-to-protein ratio on performance and carcass characteristics of broiler chickens from one to thirty-five days of age. **Poultry Science**, Champaign, v.87, p.468-474, 2008.

KIDD, M. T.; CORZO, A.; HOEHLER, D.; MILLER, E. R.; DOZIER, W. A. Broiler responsiveness (Ross x 708) to diets varying in amino acid density. **Poultry Science**, Champaign, v.84, n.4, p.1389-1396, 2005.

KOLLING, A. V.; KESSLER, A. M.; RIBEIRO, A. M. L. Desempenho e composição corporal de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de proteína e de aminoácidos ou com livre escolha das dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 98-103, 2005.

LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B.; STRINGHINI, J. H.; MORAES FILHO, R.; MOURA, K. A.; SILVA JÚNIOR, R. P. Plano nutricional com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração, para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 620-631, 2003.

LECLERCQ, B. Specific effects of lysine on broiler production: comparison with threonine and valine. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, p. 118-123, 1998.

LEESON, S. Nutrição e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 13., 1995, Curitiba. **Anais...** Campinas: FACTA, 1995. p.118-123.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 75, n. 4, p. 522-528, 1996.

LESSON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4. ed. Guelph: University Books, 2001. 413 p.

LIMA, L. M. B.; LARA, L. J. C.; BAIÃO, N. C.; CANÇADO, S. V.; MICHELL, B. C.; FERREIRA, F. C. Efeitos dos níveis de energia, lisina e metionina+cistina sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 8, p. 1424-1432, 2008.

LUCHESI, J.B. Nutrição de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 18., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.111-133.

MARCU, A.; VACARU-OPRIS, I.; DUMITRESCU, G.; MARCU, A. CIOCHINĂ, L. P.; NICULA, M.; DRONCA, D.; KELCIO, B. Effect of diets with different energy and protein levels on breast muscle characteristics of broiler chickens, **Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies**, v. 46, n. 1, p. 333-340, 2013.

MARCU, A.; VACARU-OPRIS, I.; MARCU, A.; NICULA, M.; DRONCA, D.; KELCIOV, B. The influence of feed energy and protein level on meat quality at Hubbard F1 broiler chickens. **Scientific Papers Animal Science and Biotechnology**, Timisoara, v. 45, n. 2, p. 432-439, 2012.

MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; OLIVEIRA, E. G.; GARCIA, E. A.; ALMEIDA, M. E. M.; GARCIA, R. G. Efeitos da energia da dieta sobre desempenho, rendimento de carcaça e gordura abdominal de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n. 6, p. 2300-2307, 2004. (Suplemento 4).

MENDONÇA, M. O.; SAKOMURA, N. K.; SANTOS, F. R.; BARBOSA, N. A. A.; FERNANDES, J. B. K. FREITAS, E. R. Níveis de energia metabolizável e relações energia:proteína para aves de corte de crescimento lento criadas em sistema semiconfinado. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 29, n. 1, p. 23-30, 2007.

MOOSAVI, M.; ESLAMI, M.; CHAJI, M.; BOUJARPOUR, M. Economic value of diets with different levels of energy and protein with constant ratio on broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, Faisalabad, v.10, p. 709-711, 2011.

MORAN, E. T. Nutrição e sua relação com a qualidade de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 10., 1992, Santos. **Anais...** Campinas: FACTA, 1992. p.37-44.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A. Rendimento e qualidade de carne de peito de frangos de corte criados com diferentes níveis de energia em dietas suplementadas com probiótico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ-SBZ, 2001. CD-ROM.

MORITZ, J. S.; PARSONS, A. S.; BUCHANAN, N. P.; BAKER, N. J.; JACZYNSKI, J.; GEKARA, O. J.; BRYAN, W. B. Synthetic methionine and feed restriction effects of performance and meat quality of organically reared broiler chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 14, p. 521–535, 2005.

NASCIMENTO, A. H.; SILVA, J. H. V.; ALBINO, L. F. T.; RUNHO, R. C.; POZZA, P. C. Energia metabolizável e Relação energia:proteína bruta nas fases pré-inicial e inicial de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 4, p. 911-918, 2004.

OLIVEIRA, R. F. M.; ZANUSSO, J. T.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, R. A.; ALBINO, L. F. T.; VALERIO, S. R.; OLIVEIRA NETO, A. R.; CARMO, H. M. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 810-816, 2000.

PENZ JUNIOR, A. M.; VIEIRA, S. L. Nutrição na primeira semana. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 16., 1998, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1998. p.121-139.

REGINATTO, M. F.; RIBEIRO, A. M.; PENZ JUNIOR, A. M.; KESSLER, A. M.; KRABBE, E. L. Suplementação de treonina em dietas de frango de corte, variando a energia e as relações energia:proteína. **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, Campinas, v. 2, n. 3, p. 239-247, 2000.

ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; ANDRADE, M. L.; CAFÉ, M. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 162-170, 2003.

RODRIGUES, K. F.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; FIALHO, E. T.; BERTECHINI, A. G. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade alimentados com dietas contendo diferentes relações lisina digestível:proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 645-652, 2008.

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

SABINO, H. F. N.; SAKOMURA, N. K.; NEME, R.; FREITAS, E. R. Níveis protéicos na ração de frangos de corte na fase de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Belo Horizonte, v. 39, n. 5, p. 407-412, 2004.

SAKOMURA, N. K.; LONGO, F. A.; RABELLO, C. B.; WATANABE, K.; PELÍCIA, K.; FREITAS, E. R. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1758-1767, 2004 (Suplemento 1).

SAS - Statistical Analysis System. **Statistical analysis system: user's guide: statistics**. Version 9.3. Cary: SAS Institute Inc., 2011.

SAVOLDI, T. L.; NUNES, R. V.; SCHERER, C.; TSUTSUMI, C. Y.; SCHENEIDERS, J. L.; MARQUES, M. F. G.; SCHONE, R. A.; MEZA, S. K. L. Níveis de energia metabolizável e lisina digestível para o desempenho de pintos de corte de 1 a 10 dias de idade. **Scientia Agraria Paranaensis**, Acrelândia, v. 11, p. 49-58, 2012. (Suplemento).

SI, J.; FRITTS, C. A.; BURNHAM, D. J.; WALDROUP, P. W. Relationship of dietary lysine level to the concentration of all essential amino acids in broiler diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 80, n. 10, p. 1472-1479, 2001.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SILVA, J. H. V.; 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**, Viçosa, v.30, n.6, p.1791-1800, 2001.

SKLAN, D.; PLAVINIC, I. Interaction between dietary crude protein and essential amino acid intake on performance in broilers. **British Poultry Science**, London, v.43, p.442-449, 2002.

STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. L.; ROSA, R. M.; CAFÉ, M. B. Efeito da relação energia:proteína na ração de primeira semana sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 19., 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2001. p.36.

STRINGHINI, J. H.; LABOISSIÉRE, M.; MURAMATSU, K.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 183-190, 2003.

THIM, K .C.; MELVIN, L. H.; CRAIG, N. C.; Effect of environmental temperature, dietary protein and energy levels on broiler performance. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, p. 1-17, 1997.

TRINDADE NETO, M. A.; TAKEARA, P.; TOLEDO, A. L.; KOBASHIGAWA, E.; ALBUQUERQUE, R.; ARAÚJO, L. F. Níveis de lisina digestível para frangos de corte machos no período de 37 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 508-514, 2009.

WALDROUP, P. W. Energy levels for broilers. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, Chicago, v. 58, p. 309-313, 1981.

WALDROUP, P. W.; TIDWELL, N. M.; IZAT, A. L. The effects of energy and amino acid levels on performance and carcass quality of male and female broilers grown separately. **Poultry Science**, Champaign, v. 69, n. 9, p. 1513-1521, 1990.

WIDYARATNE, G. P.; DREW, M. D. Effects of protein level and digestibility on the growth and carcass characteristics of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, p. 595-603, 2011.

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.1, p. 109-115, 2008.

ZANUSSO, J. T.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, R. A.; ROSTAGNO, H. S.; EUCLYDES, R. F. VALERIO, S. R. Energia Metabolizável para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade mantidos em ambiente e conforto térmico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p.1068-1074, 1999.

## CAPÍTULO 3. EFEITO DE DIFERENTES PLANOS NUTRICIONAIS SOBRE A TEMPERATURA CORPORAL E BIOMETRIA DE ÓRGÃOS EM FRANGOS DE CORTE

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar em a temperatura corporal e biometria de órgãos em frangos de corte em duas idades, machos e fêmeas, submetidos a diferentes planos nutricionais. Foi realizado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos (-3%, -1,5%, referência, +1,5% e +3%), sendo o tratamento referência baseado nos níveis nutricionais e energéticos indicados por Rostagno et al. (2011) e os demais calculados a partir deste. Aos 35 e 42 dias de idade foram mensuradas as temperaturas da asa, cabeça, canela, dorso e da cloaca para machos e fêmeas separadamente. A partir destas temperaturas, calculou-se as temperaturas superficial média e corporal. E aos 42 dias de idade foram calculados os pesos relativos da moela, fígado, coração e intestino delgado. As temperaturas de asa, dorso e cloaca não foram afetadas pelos planos nutricionais, e consequentemente as temperaturas superficial média e corporal. Observou-se efeito do aumento dos níveis nutricionais e energéticos nos pesos do fígado, moela e do intestino delgado. Conclui-se que os planos nutricionais não influenciaram a temperatura corporal. Os machos apresentaram maior temperatura corporal que as fêmeas. A idade influenciou a temperatura corporal de forma proporcional. O aumento dos planos aumentaram o peso do fígado e reduziram o peso da moela.

**Palavras-chave:** Aves. Densidade nutricional. Parâmetros fisiológicos. Sistema digestório.

### 3.1 Introdução

A zona termoneutra das aves depende de uma série de variáveis, dentre elas, podem ser citadas algumas intrínsecas da ave, como isolamento interno, mecanismos autonômicos de vasomotricidade; e outras que são extrínsecas, como temperatura ambiente, alimentação e características físicas das instalações. Neste sentido, existem algumas alternativas de manejo para as variáveis extrínsecas, objetivando reduzir o impacto do estresse nas aves e melhorar a manutenção da homeostase térmica (MACARI; FURLAN; MAIORKA, 2004).

Na alimentação, o metabolismo dos nutrientes ocasiona o incremento calórico. Sabe-se que o incremento aumenta com a quantidade de alimento consumido e é inversamente proporcional à concentração energética da dieta, devendo-se ressaltar que o aumento do teor de carboidratos proporciona maior incremento e que dietas que há substituição de carboidratos por óleos, resultam em baixo incremento. As proteínas, dentre os nutrientes, é que possui maior incremento na forma em que são fornecidas pelos ingredientes das rações (intactas), é devido à série de reações complexas exigidas no seu metabolismo. Assim, o incremento é reduzido em uma dieta quando aminoácidos sintéticos substituem parte da proteína do alimento.

Pesquisas tem demonstrado que fatores ambientais podem alterar a necessidade de energia metabolizável na dieta de frangos de corte devido a alteração no consumo de ração (OLIVEIRA NETO et al., 2000; LONGO et al., 2006), e subsequentemente de proteína e aminoácidos digestíveis (THIM et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011; TAVERNARI et al., 2012), sendo que a alteração destes níveis na dieta pode também reduzir os efeitos sobre a temperatura corporal.

A temperatura superficial e corporal das aves serve como resposta fisiológica a condições inadequadas de alojamento (NASCIMENTO et al., 2011). Assim, se torna importante verificar a influência de diferentes planos nutricionais sobre a variação da temperatura corporal, já que a densidade nutricional da dieta exerce grande influência sobre a mesma. Sabe-se que as temperaturas corporal e superficial das aves também variam com o sexo (MACARI; FURLAN; MAIORKA, 2004; AMARAL et al., 2011; ALVES, 2012), e principalmente com a idade das

mesmas (MACARI e FURLAN, 2001; SILVA et al., 2003; MARCHINI et al., 2007; CANGAR et al., 2008).

É possível que a densidade nutricional e energética da dieta, possa influenciar no desenvolvimento do sistema digestório, conforme Lawrence e Fowler (2002) os tecidos viscerais possuem uma maior capacidade de redução de tamanho em condições de subnutrição e, por consequência, eles reduzem suas atividades metabólicas mais efetivamente, se comparados aos tecidos da carcaça.

Objetivou-se avaliar a temperatura corporal e biometria de órgãos em frangos de corte em duas idades, machos e fêmeas, submetidos a diferentes planos nutricionais.

### **3.2 Material e Métodos**

#### **3.2.1 Localização e Época de Realização**

O experimento foi conduzido durante os meses de março a abril de 2013, na Granja Experimental de frangos de corte da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia, Minas Gerais, Todos os procedimentos neste estudo foram realizados conforme o Protocolo Registro CEUA/UFU 002/13 aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia (Anexo 1).

#### **3.2.2 Aves e Instalações**

Foram utilizados 1.700 frangos de corte da linhagem Hubbard Flex, criados de um a 42 dias de idade, mistos (850 machos e 850 fêmeas), oriundos de matrizes pesadas de um mesmo lote de idade.

Foram alojados em um galpão de alvenaria com dimensões de 60 x 10 metros, com cobertura metálica, telha de fibro-cimento, forrado com tecido plástico próprio para granjas avícolas, piso concretado, laterais com mureta de alvenaria e tela de arame com malha de quatro centímetros quadrados. Internamente equipado com 80 boxes de tubos PVC e telas de arame galvanizado, cada um medindo 1,90 x 1,50 metros, ventiladores nas laterais e aspersores de água no teto para controlar a temperatura, cortinas laterais e iluminação artificial. Cada boxe era equipado com

um bebedouro infantil automático, um bebedouro pendular e um comedouro tubular, e para cada quatro boxes uma campânula a gás tipo infravermelha. Utilizou-se maravalha como material de cama.

### 3.2.3 Delineamento Experimental

Para medidas de temperatura o delineamento foi inteiramente casualizado com esquema de parcelas subdivididas no tempo  $5 \times 2 \times 2$  (cinco tratamentos, dois sexos e duas idades) com 10 repetições. As idades avaliadas foram aos 35 e aos 42 dias, sendo analisadas duas aves de cada boxe (um macho e uma fêmea), totalizando 20 animais por tratamento.

Para análise do rendimento de órgãos o experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial  $(2 \times 5)$ , dois sexos e cinco tratamentos com cinco repetições, sendo cada ave considerada uma repetição, resultando em um total de 50 aves utilizada para análises.

Os tratamentos foram compostos de diferentes planos nutricionais, constituídos de um plano referência baseado nas recomendações de Rostagno et al. (2011), um 3% abaixo, um 1,5% abaixo, um 1,5% acima e um 3% acima dos níveis nutricionais e energéticos do plano referência (Tabelas 1, 2, 3 e 4). O plano referência foi assumido como 0%, onde os demais planos foram aumentados ou reduzidos em relação a este.

Foi utilizado um programa alimentar de quatro fases de criação de acordo com a idade das aves, sendo considerada fase pré-inicial de um a sete dias, inicial de oito a 21 dias, crescimento de 22 a 35 dias e final de 36 a 42 dias. As rações foram formuladas e elaboradas a base de sorgo, farelo de soja, óleo degomado de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal comum, complexo vitamínico, minerais e aditivos. E conforme a densidade foi aumentando, a quantidade de óleo foi aumentada.

Tabela 1. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase pré-inicial (1 a 7 dias de idade).

| Ingredientes                     | Planos nutricionais |                |            |               |             |
|----------------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                                  | 3%<br>abaixo        | 1,5%<br>abaixo | Referência | 1,5%<br>acima | 3%<br>acima |
| Sorgo (%)                        | 57,08               | 55,22          | 53,43      | 50,78         | 48,70       |
| Farelo de soja (%)               | 35,58               | 36,38          | 37,18      | 38,77         | 39,77       |
| Óleo de soja (%)                 | 3,20                | 4,16           | 5,09       | 6,15          | 7,13        |
| Fosfato bicálcico (%)            | 1,80                | 1,80           | 1,85       | 1,90          | 1,90        |
| Calcário (%)                     | 0,89                | 0,93           | 0,92       | 0,90          | 0,96        |
| Sal comum (%)                    | 0,44                | 0,46           | 0,46       | 0,46          | 0,48        |
| Premix inicial (%)*              | 0,40                | 0,40           | 0,40       | 0,40          | 0,40        |
| L-Lisina (%)                     | 0,31                | 0,32           | 0,33       | 0,30          | 0,30        |
| DL-Metionina (%)                 | 0,19                | 0,21           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| L-Treonina (%)                   | 0,11                | 0,12           | 0,12       | 0,12          | 0,13        |
| Total                            | 100,00              | 100,00         | 100,00     | 100,00        | 100,00      |
| Níveis nutricionais              |                     |                |            |               |             |
| Energia metabolizável (kcal/kg)  | 2.910               | 2.955          | 3.000      | 3.045         | 3.090       |
| Proteína bruta (%)               | 22,06               | 22,30          | 22,52      | 22,86         | 23,19       |
| Cálcio (%)                       | 0,89                | 0,91           | 0,92       | 0,93          | 0,95        |
| Fósforo disponível (%)           | 0,46                | 0,46           | 0,47       | 0,48          | 0,48        |
| Sódio (%)                        | 0,21                | 0,22           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| Lisina digestível (%)            | 1,28                | 1,30           | 1,32       | 1,34          | 1,36        |
| Metionina digestível (%)         | 0,65                | 0,66           | 0,67       | 0,68          | 0,69        |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,92                | 1,02           | 1,04       | 1,06          | 1,07        |
| Treonina digestível (%)          | 0,83                | 0,85           | 0,86       | 0,87          | 0,88        |
| Triptofano digestível (%)        | 0,25                | 0,25           | 0,26       | 0,26          | 0,27        |
| Arginina digestível (%)          | 1,36                | 1,38           | 1,40       | 1,42          | 1,44        |

\*Premix inicial (composição por kg do produto): vitamina A 1.600.000,00 UI; vitamina B1 600,00 mg; vitamina B12 2.000,00 mcg; vitamina B2 800,00 mg; vitamina B6 400,00 mg; vitamina D3 400.000,00 UI; vitamina E 3.000,00 mg; vitamina K 400,00 mg; zinco 12,60 g; cobre 1260,00 mg; selênio 80,00 mg; ferro 10,50 g; iodo 252,00 mg; manganês 12,60 g; ácido fólico 140,00 mg; ácido pantotênico 1600,00 mg; bacitracina de zinco 11,00 g; biotina 12,00 mg; colina 70,00 g; metionina 336,60 g; monensina sódica 22,00 g; niacina 6000,00 mg.

Tabela 2. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase inicial (8 a 21 dias de idade).

| Ingredientes                     | Planos nutricionais |                |            |               |             |
|----------------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                                  | 3%<br>abaixo        | 1,5%<br>abaixo | Referência | 1,5%<br>acima | 3%<br>acima |
| Sorgo (%)                        | 59,00               | 57,12          | 55,27      | 53,14         | 50,40       |
| Farelo de soja (%)               | 32,95               | 33,75          | 34,57      | 35,66         | 37,27       |
| Óleo de soja (%)                 | 4,36                | 5,35           | 6,31       | 7,33          | 8,42        |
| Fosfato bicálcico (%)            | 1,44                | 1,44           | 1,50       | 1,55          | 1,55        |
| Calcário (%)                     | 0,91                | 0,96           | 0,94       | 0,93          | 0,98        |
| Sal comum (%)                    | 0,44                | 0,46           | 0,47       | 0,46          | 0,49        |
| Premix inicial (%) <sup>*</sup>  | 0,40                | 0,40           | 0,40       | 0,40          | 0,40        |
| L-Lisina (%)                     | 0,27                | 0,28           | 0,28       | 0,27          | 0,24        |
| DL-Metionina (%)                 | 0,14                | 0,15           | 0,17       | 0,17          | 0,17        |
| L-Treonina (%)                   | 0,09                | 0,09           | 0,09       | 0,09          | 0,08        |
| Total                            | 100,00              | 100,00         | 100,00     | 100,00        | 100,00      |
| Composição                       |                     |                |            |               |             |
| Energia metabolizável (kcal/kg)  | 3.007               | 3.054          | 3.100      | 3.147         | 3.193       |
| Proteína bruta (%)               | 20,91               | 21,13          | 21,37      | 21,69         | 22,00       |
| Cálcio (%)                       | 0,81                | 0,83           | 0,84       | 0,85          | 0,86        |
| Fósforo disponível (%)           | 0,39                | 0,39           | 0,40       | 0,41          | 0,41        |
| Sódio (%)                        | 0,21                | 0,22           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| Lisina digestível (%)            | 1,18                | 1,20           | 1,22       | 1,24          | 1,26        |
| Metionina digestível (%)         | 0,59                | 0,60           | 0,61       | 0,62          | 0,63        |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,85                | 0,87           | 0,88       | 0,89          | 0,91        |
| Treonina digestível (%)          | 0,77                | 0,78           | 0,79       | 0,80          | 0,81        |
| Triptofano digestível (%)        | 0,23                | 0,24           | 0,24       | 0,24          | 0,25        |
| Arginina digestível (%)          | 1,28                | 1,30           | 1,32       | 1,34          | 1,36        |

\*Premix inicial (composição por kg do produto): vitamina A 1.600.000,00 UI; vitamina B1 600,00 mg; vitamina B12 2.000,00 mcg; vitamina B2 800,00 mg; vitamina B6 400,00 mg; vitamina D3 400.000,00 UI; vitamina E 3.000,00 mg; vitamina K 400,00 mg; zinco 12,60 g; cobre 1260,00 mg; selênio 80,00 mg; ferro 10,50 g; iodo 252,00 mg; manganês 12,60 g; ácido fólico 140,00 mg; ácido pantotênico 1600,00 mg; bacitracina de zinco 11,00 g; biotina 12,00 mg; colina 70,00 g; metionina 336,60 g; monensina sódica 22,00 g; niacina 6000,00 mg.

Tabela 3. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase de crescimento (22 a 35 dias de idade).

| Ingredientes                        | Planos nutricionais |                |            |               |             |
|-------------------------------------|---------------------|----------------|------------|---------------|-------------|
|                                     | 3%<br>abaixo        | 1,5%<br>abaixo | Referência | 1,5%<br>acima | 3%<br>acima |
| Sorgo (%)                           | 61,48               | 59,66          | 57,67      | 55,53         | 52,77       |
| Farelo de soja (%)                  | 29,64               | 30,44          | 31,38      | 32,45         | 34,10       |
| Óleo de soja (%)                    | 5,44                | 6,44           | 7,44       | 8,47          | 9,59        |
| Fosfato bicálcico (%)               | 1,20                | 1,26           | 1,28       | 1,31          | 1,30        |
| Calcário (%)                        | 0,90                | 0,89           | 0,89       | 0,90          | 0,91        |
| Sal comum (%)                       | 0,44                | 0,44           | 0,44       | 0,44          | 0,47        |
| Premix crescimento (%) <sup>*</sup> | 0,40                | 0,40           | 0,40       | 0,40          | 0,40        |
| L-Lisina (%)                        | 0,28                | 0,26           | 0,26       | 0,26          | 0,22        |
| DL-Metionina (%)                    | 0,14                | 0,14           | 0,16       | 0,16          | 0,16        |
| L-Treonina (%)                      | 0,08                | 0,07           | 0,08       | 0,08          | 0,08        |
| Total                               | 100,00              | 100,00         | 100,00     | 100,00        | 100,00      |
| Composição                          |                     |                |            |               |             |
| Energia metabolizável (kcal/kg)     | 3.104               | 3.152          | 3.200      | 3.248         | 3.296       |
| Proteína bruta (%)                  | 19,59               | 19,77          | 20,07      | 20,37         | 20,85       |
| Cálcio (%)                          | 0,74                | 0,75           | 0,76       | 0,77          | 0,78        |
| Fósforo disponível (%)              | 0,34                | 0,34           | 0,35       | 0,36          | 0,36        |
| Sódio (%)                           | 0,20                | 0,210          | 0,210      | 0,210         | 0,220       |
| Lisina digestível (%)               | 1,10                | 1,11           | 1,13       | 1,15          | 1,16        |
| Metionina digestível (%)            | 0,55                | 0,56           | 0,57       | 0,58          | 0,59        |
| Metionina+Cistina digestível (%)    | 0,80                | 0,81           | 0,82       | 0,83          | 0,84        |
| Treonina digestível (%)             | 0,72                | 0,73           | 0,74       | 0,75          | 0,76        |
| Triptofano digestível (%)           | 0,21                | 0,22           | 0,22       | 0,22          | 0,23        |
| Arginina digestível (%)             | 1,18                | 1,20           | 1,22       | 1,24          | 1,26        |

\*Premix crescimento (composição por kg do produto): vitamina A 1.280.000,00 UI; vitamina B1 400,00 mg; vitamina B12 1.600,00 mcg; vitamina B2 720,00 mg; vitamina B6 320,00 mg; vitamina D3 350.000,00 UI; vitamina E 2.400,00 mg; vitamina K 300 mg; cobre 1200,00 mg; ferro 10,00 g; iodo 240,00 mg; manganês 12,00 g; selênio 60,00 mg; zinco 12,00 g; ácido fólico 100,00 mg; ácido pantotênico 1600,00 mg; biotina 6,00 mg; colina 50,00 g; halquinol 6000,00 mg; metionina 267,30 g; niacina 4800,00 mg; salinomicina 13,20 g.

Tabela 4. Ingredientes, composição percentual e valores calculados das rações experimentais da fase final (36 a 42 dias de idade).

| Ingredientes                     | Planos nutricionais |             |            |            |          |
|----------------------------------|---------------------|-------------|------------|------------|----------|
|                                  | 3% abaixo           | 1,5% abaixo | Referência | 1,5% acima | 3% acima |
| Sorgo (%)                        | 64,08               | 62,24       | 60,55      | 57,82      | 55,69    |
| Farelo de soja (%)               | 27,24               | 28,04       | 28,67      | 30,29      | 31,31    |
| Óleo de soja (%)                 | 5,70                | 6,69        | 7,67       | 8,79       | 9,85     |
| Fosfato bicálcico (%)            | 1,00                | 1,00        | 1,05       | 1,06       | 1,11     |
| Calcário (%)                     | 0,77                | 0,79        | 0,79       | 0,80       | 0,79     |
| Sal comum (%)                    | 0,42                | 0,45        | 0,45       | 0,45       | 0,47     |
| Premix final (%)*                | 0,30                | 0,30        | 0,30       | 0,30       | 0,30     |
| L-Lisina (%)                     | 0,26                | 0,25        | 0,26       | 0,23       | 0,22     |
| DL-Metionina (%)                 | 0,17                | 0,18        | 0,19       | 0,20       | 0,20     |
| L-Treonina (%)                   | 0,06                | 0,06        | 0,07       | 0,06       | 0,06     |
| Total                            | 100,00              | 100,00      | 100,00     | 100,00     | 100,00   |
| Composição                       |                     |             |            |            |          |
| Energia metabolizável (kcal/kg)  | 3.153               | 3.201       | 3.250      | 3.299      | 3.348    |
| Proteína bruta (%)               | 18,70               | 18,90       | 19,06      | 19,55      | 19,83    |
| Cálcio (%)                       | 0,64                | 0,65        | 0,66       | 0,67       | 0,68     |
| Fósforo disponível (%)           | 0,30                | 0,31        | 0,31       | 0,31       | 0,32     |
| Sódio (%)                        | 0,20                | 0,21        | 0,21       | 0,21       | 0,22     |
| Lisina digestível (%)            | 1,03                | 1,04        | 1,06       | 1,08       | 1,09     |
| Metionina digestível (%)         | 0,51                | 0,52        | 0,53       | 0,54       | 0,55     |
| Metionina+Cistina digestível (%) | 0,75                | 0,76        | 0,77       | 0,78       | 0,79     |
| Treonina digestível (%)          | 0,67                | 0,68        | 0,69       | 0,70       | 0,71     |
| Triptofano digestível (%)        | 0,20                | 0,21        | 0,21       | 0,21       | 0,22     |
| Arginina digestível (%)          | 1,11                | 1,13        | 1,14       | 1,15       | 1,17     |

\*Premix final (composição por kg do produto): vitamina A 1.300.260,00 UI; vitamina B1 166,00 mg; vitamina B12 1.667,00 mcg; vitamina B2 666,80 mg; vitamina B6 200,00 mg; vitamina D3 400.000,00 UI; vitamina E 2.167,10 mg; vitamina K 333,40 mg; cobre 2000,00 mg; ferro 16,60 g; iodo 400,00 mg; manganês 20,00 g; selênio 60,68 mg; zinco 20,00 g; ácido fólico 100,00 mg; ácido pantotênico 1333,00 mg; biotina 6,67 mg; colina 50,00 g; metionina 230,00 g; niacina 4000,00 mg; virginiamicina 3.666,00 mg.

### 3.2.4 Manejo Experimental

As práticas de manejo das aves ao longo do experimento seguiram o modelo preconizado pela Granja Experimental, de forma a garantir ambiência adequada a cada fase da vida, oferta de água limpa e fresca e ração à vontade. As aves foram vacinadas contra as doenças de Marek e Gumboro no incubatório e revacinados contra a doença de Gumboro pela aplicação da vacina via água de bebida aos 12 dias de idade.

O programa de luz do interior do galpão, ao longo do experimento foi dividido em três fases, considerando luz natural mais luz artificial. Do alojamento a sete dias

de idade 22:00h, de oito a 21 dias 20:00h e de 22 dias até a retirada das aves 23:00h.

Para proporcionar conforto térmico das aves em cada fase de criação, a temperatura foi monitorada diariamente a cada três horas por três termo-higrômetros (Data Logger Incoterm®) instalados em três pontos distintos do galpão a 30 cm da cama do aviário (Tabela 5).

Tabela 5. Valores de temperatura em graus Celsius, mínima, média e máxima, registradas semanalmente no interior do galpão de criação de frangos de corte de um a 42 dias de idade, Uberlândia, Minas Gerais, nos meses de março e abril de 2013.

| Idade        | Temperatura (°C) |       |        |
|--------------|------------------|-------|--------|
|              | Mínima           | Média | Máxima |
| 01 a 07 dias | 27,1             | 31,2  | 33,8   |
| 08 a 14 dias | 22,8             | 27,4  | 32,4   |
| 15 a 21 dias | 21,8             | 26,4  | 30,8   |
| 22 a 28 dias | 20,1             | 27,0  | 32,2   |
| 29 a 35 dias | 20,0             | 26,6  | 30,8   |
| 36 a 42 dias | 19,0             | 26,0  | 32,5   |

Para a manutenção adequada da temperatura em todas as fases de criação, foram utilizados equipamentos como campânulas, ventiladores e aspersores, além do manejo das cortinas. As campânulas foram utilizadas para aquecer as aves nos dois primeiros dias, com temperatura média de 32°C, sendo reduzidos um grau a cada dois dias, onde entre o sétimo e oitavo dias as campânulas não foram mais utilizadas. Nas semanas seguintes conforme fosse observada temperaturas acima do ideal para zona de conforto das aves, os ventilados e aspersores eram utilizados.

### 3.2.5 Variáveis Analisadas

#### 3.2.5.1 Temperaturas superficiais, cloacal e corporal

Aos 35 e 42 dias de idade uma fêmea e um macho de cada boxe (repetição) foram escolhidos aleatoriamente para mensuração das temperaturas da asa (Tasa), cabeça (Tcabeça), canela (Tcanela) e dorso (Tdorso) através de um termômetro digital infravermelho (Instrutemp modelo DT8530), e da cloaca através de um termômetro de mercúrio (Incoterm® modelo L185/06).

Para obtenção da temperatura superficial média (TSM), foi adotada a seguinte expressão descrita primeiramente por Richards (1971) e adaptada por Malheiros et al. (2000), onde:

$$TSM = 0,12Tasa + 0,03 Tcabeça + 0,15 Tcanela + 0,70 Tdorso$$

Em que corresponde ao somatório do produto das temperaturas superficiais da asa, cabeça, pata e dorso com as porcentagens de representação da temperatura superficial média. A partir da temperatura cloacal (Tcloacal) e de superfície (TSM) calculou-se a temperatura corporal (TC), conforme Richards (1971):

$$TC = 0,3TSM + 0,7Tcloacal$$

### 3.2.5.2 Biometria de órgãos

Aos 42 dias de idade foram retiradas 10 aves de cada tratamento (cinco machos e cinco fêmeas), que representavam o peso vivo igual ao peso médio ( $\pm 5\%$ ) das aves pertencentes ao seu respectivo tratamento. As aves foram identificadas por lacos plásticos numerados e então submetidas a um período de jejum de 12 horas, recebendo apenas dieta hídrica.

No abatedouro as aves foram novamente pesadas em balança semi-analítica (Marte BL3200H) com precisão de 0,01 gramas e em seguida, submetidas ao procedimento de abate (atordoamento, sangria, escaldar, depenagem e evisceração). Posteriormente foram separados a moela, fígado, coração e intestino delgado e registrado seus pesos separadamente, sendo a moela anteriormente aberta por incisão longitudinal e retirado todo conteúdo alimentar. Assim calculou-se o peso relativo, a partir da fórmula seguinte:

$$\text{Peso relativo (\%)} = \frac{\text{Peso do órgão}}{\text{Peso corporal}} \times 100$$

$$\text{Peso corporal}$$

### 3.2.6 Análise Estatística

Após verificação da normalidade dos resíduos dos dados, os mesmos foram submetidos à análise de variância com 5% de significância, sendo realizada regressão entre os planos nutricionais, por meio do programa estatístico SAS 9.3 (SAS, 2011).

### 3.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para temperatura da canela, asa, cabeça e dorso estão apresentados na Tabela 6. Não houve interação entre planos, sexos e idades e entre planos e sexos para nenhuma das variáveis analisadas.

Tabela 6. Temperaturas em graus Celsius (°C) da canela (Tcanela), asa (Tasa), cabeça (Tcabeça) e dorso (Tdorso) de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

|                         |                  | Tcanela    | Tasa   | Tcabeça    | Tdorso |
|-------------------------|------------------|------------|--------|------------|--------|
| Planos                  | -3%              | 37,49      | 32,47  | 34,77      | 32,09  |
|                         | -1,5%            | 35,33      | 31,77  | 33,59      | 31,98  |
|                         | 0                | 34,74      | 31,85  | 33,71      | 31,99  |
|                         | 1,5%             | 35,16      | 31,57  | 33,51      | 31,90  |
|                         | 3%               | 35,66      | 31,90  | 33,72      | 32,16  |
| Sexos                   | Fêmeas           | 34,67      | 32,03  | 33,71      | 31,64  |
|                         | Machos           | 36,38      | 31,80  | 34,01      | 32,41  |
| Idades                  | 35               | 34,38      | 31,84  | 33,54      | 31,88  |
|                         | 42               | 36,97      | 31,98  | 34,18      | 32,21  |
| CV(%)                   |                  | 9,09       | 5,27   | 5,27       | 5,09   |
| Efeito                  | Plano            | <0,0001    | 0,1778 | Quadrático | 0,9590 |
|                         | Sexos            | 0,0001     | 0,3341 | 0,2235     | 0,0009 |
|                         | Idades           | <0,0001    | 0,5541 | 0,0107     | 0,1983 |
|                         | Planos x sexos   | 0,4418     | 0,5980 | 0,8976     | 0,8393 |
|                         | Fêmeas           | ns         | ns     | ns         | ns     |
|                         | Machos           | ns         | ns     | ns         | ns     |
|                         | Planos x idades  | <0,0001    | 0,7081 | 0,7155     | 0,2855 |
|                         | 35 dias de idade | Quadrático | ns     | ns         | ns     |
|                         | 42 dias de idade | Cúbico     | ns     | ns         | ns     |
|                         | Sexos x idades   | 0,0753     | 0,8610 | 0,4529     | 0,0419 |
| Planos x sexos x idades |                  | 0,0525     | 0,4306 | 0,8389     | 0,9012 |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

Houve interação significativa entre planos e idades apenas para temperatura da canela, com efeito quadrático aos 35 dias de idade e cúbico aos 42 dias de idade, conforme as equações  $y = 0,3056x^2 - 0,617x + 33,002$  ( $R^2 = 0,9784$ ) e  $y = -0,1032x^3 + 0,1024x^2 + 0,8972x + 36,494$  ( $R^2 = 0,971$ ), respectivamente. Sendo o plano para menor temperatura aos 35 dias de 1,01%. A maior variação da temperatura da canela em relação às outras superfícies se deve a ausência de penas nesta região o que a torna mais sujeita as alterações em um curto espaço de tempo (NÄÄS et al, 2010; NASCIMENTO et al., 2011). Segundo Esmay (1978), em áreas sem penas ocorrem variações na temperatura superficial de até 20°C devido ao tônus vasomotor.

Observou-se efeito dos planos nutricionais para as temperaturas da canela e cabeça, notando-se efeito quadrático para a temperatura da cabeça, através da equação  $y = 0,0784x^2 - 0,146x + 33,508$  ( $R^2 = 0,8517$ ), estimando-se menor temperatura para o plano de +0,931. Também observou-se diferença significativa entre as idades para Tcabeça, onde com o aumento da idade a Tcabeça também aumentou.

Houve diferença entre machos e fêmeas ( $P<0,05$ ) para as temperaturas de canela e dorso. As temperaturas dos machos foram superiores as das fêmeas. Segundo Silva et al. (2007), a diferença da temperatura do dorso, pode ser explicada pelo melhor empenamento das fêmeas no dorso em relação ao dos machos. O que segundo Amaral et al. (2011), faz com que os machos percam mais calor para o ambiente ao seu redor, necessitando, dessa maneira, aumentar a sua produção de calor.

A Interação observada entre sexo e idade para temperatura do dorso está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7. Interação entre sexos e idades para temperatura do dorso de frangos de corte, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

| Sexos  | Idades  |         | Pvalor |
|--------|---------|---------|--------|
|        | 35 dias | 42 dias |        |
| Fêmeas | 31,56   | 31,73   | 0,5926 |
| Machos | 32,79   | 32,03   | 0,0192 |
| Pvalor | 0,0002  | 0,3501  |        |

Aos 35 dias de idade os machos apresentaram maior temperatura de dorso que as fêmeas ( $P<0,05$ ), não acontecendo o mesmo aos 42 dias. A temperatura das fêmeas não diferiu entre as idades. A interação ocorreu devido ao fato dos machos aos 35 dias de idade apresentarem maior temperatura do dorso que aos 42 dias de idade, não ocorrendo o mesmo com as fêmeas.

Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre planos nutricionais, sexos e idades e entre planos e sexos para as temperaturas superficial, cloacal e corporal (Tabela 8). Observou-se efeito entre planos nutricionais e idades apenas para temperatura da cloaca, apresentando efeito cúbico para 42 dias de idade, representado através da equação  $y = -0,0157x^3 + 0,0202x^2 + 0,0903x + 42,014$  ( $R^2 = 0,965$ ).

Tabela 8. Temperatura superficial média (TSM), temperatura da cloaca (Tcloaca) e temperatura corporal média (TCM) em graus Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

|                         |                  | TSM    | Tcloaca | TCM     |
|-------------------------|------------------|--------|---------|---------|
| Planos                  | -3%              | 33,02  | 42,00   | 39,31   |
|                         | -1,5%            | 32,51  | 41,84   | 39,04   |
|                         | 0                | 32,44  | 41,93   | 39,09   |
|                         | 1,5%             | 32,40  | 41,97   | 39,10   |
|                         | 3%               | 32,70  | 41,88   | 39,12   |
| Sexos                   | Fêmeas           | 32,25  | 41,91   | 39,01   |
|                         | Machos           | 32,98  | 41,94   | 39,25   |
| Idades                  | 35               | 32,50  | 41,75   | 38,97   |
|                         | 42               | 32,52  | 42,10   | 39,29   |
| CV(%)                   |                  | 4,22   | 0,97    | 1,39    |
| Efeito                  | Planos           | 0,2071 | 0,3043  | 0,1864  |
|                         | Sexos            | 0,0002 | 0,6424  | 0,0014  |
|                         | Idades           | 0,2451 | <0,0001 | <0,0001 |
|                         | Planos x sexos   | 0,9636 | 0,8223  | 0,8877  |
|                         | Fêmeas           | ns     | ns      | ns      |
|                         | Machos           | ns     | ns      | ns      |
|                         | Planos x idades  | 0,7135 | 0,0153  | 0,7731  |
|                         | 35 dias de idade | ns     | 0,4727  | ns      |
|                         | 42 dias de idade | ns     | Cúbico  | ns      |
|                         | Sexos x idades   | 0,0265 | 0,9076  | 0,0715  |
| Planos x sexos x idades |                  | 0,7739 | 0,9439  | 0,7596  |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

A alimentação não exerceu efeitos sobre as temperaturas superficial, cloacal e corporal, isso provavelmente devido ao fato da temperatura ambiental ter sido controlada constantemente estando sempre dentro dos limites da faixa de conforto

térmico, e as aves fisiologicamente tiveram que fazer pouco esforço para manterem a homeostasia da temperatura. Segundo Furlan e Macari (2008) as aves em temperatura termoneutra, a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com mínimo gasto energético.

Medeiros et al. (2005) relataram em seus estudos que mesmo que a temperatura diminua para 20°C ou aumente para 32°C a variação das temperaturas cloacal (41,0°C a 42,2°C) e superficial (38,4°C a 40,9) não saem dos limites ideais, o que não se aplicaria, caso a temperatura ambiente diminuisse para 16°C ou aumentasse para 36°C, levando as aves a uma condição de estresse térmico.

A temperatura corporal das aves aumenta quando a temperatura ambiente atinge rapidamente 30°C (BOONE e HUGHES, 1971). Quando a temperatura eleva gradativamente, a temperatura corporal se mantém constante até a temperatura ambiente atingir 33°C (WELKER et al., 2008).

Para o sexo observou-se efeito ( $P<0,05$ ) na TSM e na TCM, onde os machos apresentaram maiores valores de temperatura do que as fêmeas. Sabendo que o calor proveniente do metabolismo produzido pelos animais varia com o sexo este resultado pode estar associado à atividade metabólica intensa que é maior nos machos que nas fêmeas de frangos de corte durante todo período de criação (MACARI; FURLAN; MAIORKA, 2004; ALVES, 2012).

Com o aumento da idade observou-se maiores temperaturas da cloaca e corporal média ( $P<0,05$ ). Resultado este, semelhante da maioria dos estudos, que observaram que a temperatura cloacal e corporal tende a aumentar de acordo com que a ave fique mais velha (MACARI e FURLAN, 2001; SILVA et al. 2003; MARCHINI et al. 2007).

Observou interação significativa entre sexos e idades para temperatura superficial média, apresentada pelo desdobramento na Tabela 9.

Tabela 9. Interação entre sexos e idades para temperatura superficial média de frangos de corte, aos 35 e 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

| Sexos  | Idades  |         | Pvalor |
|--------|---------|---------|--------|
|        | 35 dias | 42 dias |        |
| Fêmeas | 31,93   | 32,57   | 0,0171 |
| Machos | 33,08   | 32,88   | 0,4488 |
| Pvalor | <0,0001 | 0,2491  |        |

Apenas aos 35 dias de idade os machos apresentaram maior TSM que as fêmeas. A temperatura dos machos não diferiu entre as idades. A interação ocorreu devido às fêmeas aos 35 dias de idade apresentarem menor TSM que aos 42 dias de idade, não ocorrendo o mesmo com os machos. Esta variável é muito importante já que a perda de calor para o ambiente está relacionada com a mesma. Segundo Cangar et al. (2008), a variação da temperatura superficial pode ser de até 8°C da primeira para última semana. O aumento da TMS com a idade ocorreu apenas para as fêmeas e pode ser justificado, já que, perto do abate, as aves passam a depositar mais gordura do que proteína (KESSLER, et al. 2000), e as fêmeas fazem isso mais do que os machos, assim a gordura funciona como uma capa que retém o calor.

Não foi observada interação significativa entre planos e sexo para peso vivo, coração, fígado, moela e intestino delgado (Tabela 10). O sexo influenciou apenas o peso vivo, moela e intestino delgado ( $P<0,05$ ), com maior valor de peso vivo para os machos e de moela e intestino delgado para as fêmeas. Não observou-se efeito dos planos sobre o peso vivo e coração ( $P>0,05$ ), entretanto, observou-se efeito significativo para os pesos do fígado, moela e do intestino delgado. Ribeiro et al. (2001), Rocha et al. (2003) e Barbosa et al. (2008) também não encontraram diferenças no peso do coração de aves submetidas a diferentes planos nutricionais.

Tabela 10. Peso corporal e pesos relativos do coração, fígado, moela e intestino delgado de frangos de corte, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade, submetidos a diferentes planos nutricionais.

|        |           | Peso vivo<br>(kg) | Coração<br>(%) | Fígado<br>(%) | Moela<br>(%) | Intestino<br>delgado<br>(%) |
|--------|-----------|-------------------|----------------|---------------|--------------|-----------------------------|
| Planos | -3%       | 2,776             | 0,4689         | 1,7660        | 1,5148       | 2,5685                      |
|        | -1,5%     | 2,777             | 0,4937         | 1,8790        | 1,5052       | 2,9727                      |
|        | 0         | 2,788             | 0,4963         | 1,7244        | 1,4419       | 2,8276                      |
|        | 1,5%      | 2,802             | 0,5028         | 1,9603        | 1,5113       | 3,1093                      |
|        | 3%        | 2,800             | 0,4688         | 1,8261        | 1,3372       | 2,8568                      |
| Sexos  | Fêmeas    | 2,541             | 0,4803         | 1,8096        | 1,5020       | 2,9880                      |
|        | Machos    | 3,037             | 0,4919         | 1,8528        | 1,4221       | 2,7460                      |
|        | CV(%)     | 9,52              | 13,65          | 8,47          | 9,32         | 12,12                       |
|        | Planos    | 0,9523            | 0,7168         | Linear        | Linear       | Quadrático                  |
|        | Sexos     | <0,0001           | 0,5576         | 0,2798        | 0,0259       | 0,0047                      |
|        | Interação | 0,9622            | 0,3489         | 0,4483        | 0,5788       | 0,3210                      |
|        | Fêmeas    | ns                | ns             | ns            | ns           | ns                          |
|        | Machos    | ns                | ns             | ns            | ns           | ns                          |

ns = não significativo ( $P>0,05$ )

CV = coeficiente de variação

O fígado e a moela sofreram efeito linear dos planos, representados pelas equações  $y = 0,0132x + 1,8304$  ( $R^2 = 0,8161$ ) e  $y = -0,0233x + 1,4621$  ( $R^2 = 0,5284$ ), respectivamente, sendo crescente para o fígado e decrescente para a moela.

O aumento dos níveis nutricionais pode ter aumentado à função metabólica do fígado, e subsequentemente o tamanho do mesmo. De acordo com Xavier et al. (2008), a presença de ácidos graxos em níveis elevados pode estimular o aumento secretório de enzimas digestivas, promovido pela hipertrofia das células secretoras e, consequentemente, provocar aumento no fígado como um todo. Aletor et al. (2003) sugerem que em dietas de alta proteína, o transporte de lipídeos metabolizados no fígado para os demais tecidos pode ser aumentado pelo aumento da síntese de apolipoproteínas, em virtude da alta disponibilidade de aminoácidos essenciais para constituição das mesmas.

Segundo Dozier et al. (2006), o nível de energia da ração controla o consumo alimentar dos frangos de corte, reduzindo o mesmo. Assim, esse menor consumo de ração, pode ter reduzido o tamanho da moela, devido ao menor trabalho exercido por esse órgão. Já que segundo Ribeiro et al. (2002), o trabalho mecânico da moela faz com que ocorra um maior desenvolvimento da musculatura lisa longitudinal, que sofrem hipertrofia e aumento da massa muscular.

Resultado semelhante para moela foi encontrado por Rocha et al. (2003) com a linhagem Hubbard, onde o nível de 3.000 kcal/kg de energia metabolizável mostrou maior peso do que o nível de 2.850 kcal/kg para os tratamentos com 20% de proteína bruta.

O peso do intestino delgado foi influenciado quadraticamente, através da equação  $y = -0,0281x^2 + 0,0475x + 2,9936$  ( $R^2 = 0,6662$ ), estimando-se o maior peso para o plano 0,845. Resultado semelhante foi encontrado por Xavier et al. (2008) aos sete dias de idade, quando avaliaram diferentes níveis de energia na ração pré-inicial. Geralmente as rações com maior nível de energia metabolizável apresentam maior teor de fibra na sua composição (MACARI; FURLAN; GONZALES, 1994), e podem aumentar tanto o tamanho do trato quanto o peso relativo do intestino (JORGENSEN et al., 1996; STEENFELDT, 2001).

### 3.4 Conclusão

Os planos nutricionais não afetaram a temperatura corporal dos frangos de corte. Os machos apresentaram maior temperatura corporal que as fêmeas, e a idade influenciou a temperatura de forma proporcional.

O aumento dos níveis nutricionais e energéticos nos planos proporcionou maior peso para o fígado e menor para a moela.

### Referências

ALETOR, V.; EDER, K.; BECKER, K.; PAULICKS, B. R.; ROTH, F. X.; ROTH-MAIER, D. A. The effects of conjugated linoleic acids or na  $\alpha$ -glucosidase inhibitor on tissue lipid concentrations and fatty acid composition of broiler chicks fed a low-protein diet. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p. 796-804, 2003.

ALVES, F. M. S. **Calor metabólico de frangos de corte e poedeiras alimentados com diferentes fontes lipídicas**. 2012. 45 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2012.

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

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

BOONE, M. A.; HUGHES, B. L. Wind velocity as it affects body temperature, water consumption during heat stress of roosters. **Poultry Science**, Champaign, v. 50, p.1535-1537, 1971.

CANGAR, Ö.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 12, p. 2493-2499, 2008.

DOZIER, W. A.; PRICE, C. J.; KIDD, M. T.; CORZO, A.; ANDERSON, J.; BRANTON, S. L. Growth performance, meat yield, and economic responses of broilers fed diets varying in metabolizable energy from thirty to fifty-nine days of age. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 15, p. 367-382, 2006.

ESMAY, M. L. Poultry and their environmental. In: ESMAY, M. L. **Principles of environmental**. Westort Connecticut: AVI Publishing Company, 1978, p. 167-196.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. p. 209-230.

JORGERSSEN, H.; ZHAO, X. KNUDSEN, K. E. B.; EGUUM, B. O. The influence of dietary fibre source and level on the development of gastrointestinal tract, digestibility and energy metabolism in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v. 75, n. 3, p. 379-395, 1996.

KESSLER, A. M.; SNIZEK, P. N.; BRUGALLI, I. Manipulação da quantidade de gordura na carcaça de frangos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 18., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2000. p.23-25.

LAWRENCE, T. L. J; FOWLER, V. R. **Growth of farm animals**. 2. ed. Aberdeen: CAB International, 2002. 368 p.

LONGO, F. A.; SAKOMURA, N. K.; RABELLO, C. B. V.; FIGUEIREDO, A. N.; FERNANDES, J. B. K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p.119-125, 2006.

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

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, 296p.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A. A.; NÄÄS, I. A., MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004. p. 137-155.

MALHEIROS, R. D.; MORAES, V. M. B.; BRUNO, L. D. G.; MALHEIROS, E. B.; FURLAN, R. L.; MACARI, M. Environmental temperature and cloacal and surface temperatures of broiler chicks in first week post-hatch. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 9, n. 1, p.111-117, 2000.

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**, Curitiba, v. 12, n. 1, p. 41-46, 2007.

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

NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; NEVES, D. P.; NASCIMENTO, G. R.; VERCCELLINO, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice Fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Sorocaba, v. 32, n. 2, p. 219-229, 2011.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ALBINO, F. F. T.; MARTINS, M. S.; MAIA, A. P. A. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de termoneutralidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 8, p. 1725-1731, 2011.

OLIVEIRA, W. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; MARTINS, M. S.; ASSIS, A. P. Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 1092-1098, 2010.

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

RIBEIRO, A. M. L.; MAGRO, N.; PENZ JUNIOR, A. M. Granulometria do milho em rações de crescimento de frangos de corte e seu efeito no desempenho e metabolismo. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, p. 1-7, 2002.

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

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. **The Journal of physiology**, Cambridge, v. 216, n. 1, p. 1-10, 1971.

ROCHA, P. T.; STRINGHINI, J. H.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; ANDRADE, M. L.; CAFÉ, M. B. Desempenho de frangos de corte alimentados com rações pré-iniciais contendo diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 162-170, 2003.

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

SAS - STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **Statistical analysis system: user's guide: statistics.** Version 9.3. Cary: SAS Institute Inc., 2011.

SILVA, M. A. N.; BARBOSA FILHO, J. A.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, C. J. M.; SILVA, I. J. O.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 652-659, 2007.

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, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003.

STEENFELDT, S. The dietary effect of different wheat cultivars for broiler chickens. **British Poultry Science**, London, v. 42, n. 5, p. 595-609, 2001.

TAVERNARI, F. C.; LELIS, G. R.; VIEIRA, R. A.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; OLIVEIRA NETO, A. R. Valine needs in starting and growing Cobb (500) broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, p. 151-157, 2013.

THIM, K .C.; MELVIN, L. H.; CRAIG, N. C. Effect of environmental temperature, dietary protein and energy levels on broiler performance. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 6, p. 1-17, 1997.

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

XAVIER, S. A. G.; STRINGHINI, J. H.; BRITO, A. B.; ANDRADE, M. A.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Níveis de energia metabolizável em rações pré-iniciais para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n.1, p. 109-115, 2008.

ANEXO 1. Análise final da Comissão de Ética na Utilização de Animais para o protocolo registro CEUA/UFU 002/13.



Universidade Federal de Uberlândia  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Comissão de Ética na Utilização de Animais (CEUA)  
Avenida João Naves de Ávila, nº. 2160 - Bloco A, sala 224 - Campus Santa  
Mônica - Uberlândia-MG –  
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131; e-mail:ceua@propp.ufu.br;  
[www.comissoes.propp.ufu.br](http://www.comissoes.propp.ufu.br)

**ANÁLISE FINAL Nº 030/13 DA COMISSÃO DE ÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE  
ANIMAIS PARA O PROTOCOLO REGISTRO CEUA/UFU 002/13**

Projeto Pesquisa: "Níveis nutricionais da dieta de frangos de corte equalizados a intervalos diários com rações a base de sorgo grão inteiro".

Pesquisador Responsável: Evandro de Abreu Fernandes

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com animais nos limites da redação e da metodologia apresentadas. Ao final da pesquisa deverá encaminhar para a CEUA um relatório final.

**SITUAÇÃO: PROTOCOLO DE PESQUISA APROVADO.**

**OBS: O CEUA/UFU LEMBRA QUE QUALQUER MUDANÇA NO PROTOCOLO  
DEVE SER INFORMADA IMEDIATAMENTE AO CEUA PARA FINS DE  
ANÁLISE E APROVAÇÃO DA MESMA.**

Uberlândia, 05 de Fevereiro de 2013

Prof. Dr. César Augusto Garcia  
Coordenador da CEUA/UFU