



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR EM
FRANGOS DE CORTE**

THIAGO DE SOUSA MELO

**AREIA, PB
FEVEREIRO, 2017**

MELO, T.S. Avaliação de propostas de restrição alimentar em frangos de corte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR EM
FRANGOS DE CORTE**

**THIAGO DE SOUSA MELO
-LICENCIATURA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS-**

**AREIA, PB
FEVEREIRO, 2017**

THIAGO DE SOUSA MELO

**AVALIAÇÃO DE PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR EM
FRANGOS DE CORTE**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição de Não Ruminantes

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva - Orientador

Prof. Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa

Profa. Dra. Patrícia Emília Naves Givisiez

**AREIA, PB
FEVEREIRO, 2017**

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia – PB.

M528a Melo, Thiago de Sousa.
 Avaliação de propostas de restrição alimentar em frangos de corte / Thiago de
 Sousa Melo. - Areia: UFPB/CCA, 2017.
 83 f. ; il.

 Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade
 Federal da Paraíba, Areia, 2017.

 Bibliografia.
 Orientador: José Humberto Vilar da Silva.

 1. Frangos de corte – Restrição alimentar 2. Aves – Sistema de produção 3.
 Avicultura – Custo de produção I. Silva, José Humberto Vilar da (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA CDU: 636.5(043.2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC – UFRPE

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “Avaliação de propostas de restrição alimentar em frangos de corte”

AUTOR: Thiago de Sousa Melo

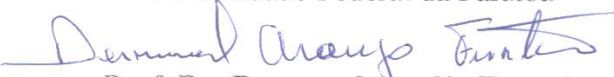
ORIENTADOR: Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva

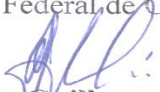
JULGAMENTO

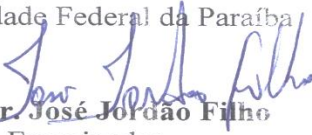
CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. José Humberto Vilar da Silva
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado
Examinador
Universidade Federal de Campina Grande


Prof. Fernando Guilherme Perazzo Costa
Examinador
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. José Jordão Filho
Examinador
Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Marcelo Luis Gomes Ribeiro
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 23 de fevereiro de 2017

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

THIAGO DE SOUSA MELO, filho de Antonio Francisco de Melo e Teresa de Sousa Melo, nasceu no dia 10 de março de 1986 na cidade de Araruna, no Estado da Paraíba. No ano de 2007, iniciou o Curso de Ciências Agrárias – Licenciatura Plena pelo Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Durante a jornada acadêmica foi bolsista por dois anos consecutivos do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação Científica, formador de jovens cientistas, do CNPq na vigência de 2008 a 2010, com os projetos intitulados: “Inclusão do farelo de algodão na ração de poedeiras de 25 a 40 semanas de idade suplementadas ou não com fitase” e “Uso de prebiótico na ração de frangos de corte alojados em cama nova e reciclada”, na linha de pesquisa Nutrição e Alimentação de Aves. Recebeu o prêmio de melhor Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), onde se formou em 21 de dezembro de 2010.

No mês de março de 2011 ingressou no Curso de Mestrado em Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal da Paraíba na área de concentração Qualidade de Matérias Primas Agroalimentares, trabalhando com diferentes fontes lipídicas para galinhas poedeiras, onde recebeu o título de Tecnologia Agroalimentar em março de 2013. No mesmo ano ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia desta universidade em Areia, Paraíba, onde defende sua Tese em fevereiro de 2017.

A Deus

Aos amados e queridos pais, Antonio Francisco de Melo e Teresa de Sousa Melo, pela compreensão, dedicação, acompanhamento e apoio em todos os momentos da minha vida. . . .

Ao meu amado filho Pedro Emanuel e a minha e amada esposa Márcia Cristina pelo amor incondicional, carinho e compreensão.

A meus irmãos Aurélio, Auricélia, José Adalberto, Ana Carla, Maria José, Adailson, Walterlin, Adailton, Flaviana Maria e Thamires e aos meus sobrinhos Maria Shofia, Anny Marjorie e João Antonio pelo carinho, amor e amizade.

Dedico

Aprender é a única coisa de que
a mente nunca se cansa, nunca
tem medo e nunca se arrepende.
(Leonardo da Vinci)

AGRADECIMENTOS

Ao senhor meu **Deus**, por ter me oferecido a vida e a oportunidade de chegar até aqui, com saúde, paz e coragem, para conseguir e superar as etapas difíceis da minha vida, proporcionando-me a realização pessoal e profissional.

Ao professor e orientador **Dr. José Humberto Vilar da Silva**, pelo acompanhamento, confiança, compreensão, amizade e orientação nas etapas mais difíceis da minha formação acadêmica.

Aos professores/co-orientadores **Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa** e **Dra. Patrícia Emília Naves Givisiez** por estarem presente e ter orientado em trabalhos científicos e por ter me incentivado a continuar nesta trajetória de um pesquisador.

Ao meu professor/orientador **Dr. José Jordão Filho**, pela amizade, incentivo e orientação na minha vida acadêmica e pessoal.

Aos componentes do **Núcleo de Estudos de Peixes e Aves (NEPAves)**, por terem me ajudado em minhas pesquisas de Tese de Doutorado e a todos os voluntários da equipe de estudo “Avaliação de propostas de restrição alimentar em frangos de corte”.

A **Universidade Federal da Paraíba (UFPB)** e a **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pelo incentivo e ter sido um fator preponderante na minha vida acadêmica.

À Coordenação do **Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia** do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba - *Campus* – II, localizado no município de Areia – PB.

A minha querida esposa **Márcia Cristina Oliveira Nascimento Melo**, pelo amor, dedicação, paciência, compromisso e carinho ao longo destes anos.

Aos **meus amigos**: Irineu Vitor, Danilo Mendes, Danilo Vargas, Nalberlania Alves, Éricka Santa Cruz, Luan Cardoso, Édino Cesar, Aliton Nunes, Flávio Bruno, Leandro Araújo, Mário César, João Pedro, Silvana, Natali, Caroliny, Erivaldo, Erickson Kadoshe, Andrew, Gelma, Janiele e Claudiana por estarem presentes nos momentos de dificuldades durante o percurso da minha vida acadêmica, dando-me força para vencer os obstáculos.

Aos **meus professores** que me acompanharam e compartilharam dos momentos importantes na minha formação acadêmica no programa de **pós-graduação**: Dr. Alberício Pereira de Andrade, Dr. Divan Soares da Silva, Dr. Edilson Paes Saraiva, Dr. Fernando Guilherme Perazzo Costa, Dr. Leonardo Augusto Fonseca Pascoal, Dr. José Humberto Vilar da Silva, Dra. Maria Lindomárcia Leonardo da Costa, Dr. Roberto Germano da Costa e Dr. Severino Gonzaga Neto.

Aos meus **amigos** e colegas do **Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia**, Adriano Leite da Silva, Alessandra Pinto de Oliveira, Aline Moreira Portella de Melo, Andreia Batista Bezerra, Angelo Souza Oliveira, Daniely Sales Guedes, Diogo da Costa Soares, Francisco Wellington Rodrigues Lima, Gledyson Bruno V. Lobato, Ismael de Sousa Nobre, Juliana Justino de Andrade, Karla Priscila de Oliveira, Natalia Livia de O. Fonteles, Ricardo Martins Araújo Pinho, Sarah Gomes Pinheiro, Tiago Ferreira Pinto, Vinicius de França C. Fonseca.

A **secretária** do PDIZ, Maria das Graças da Silva Cruz Medeiros, pela atenção, paciência e dedicação durante todo o período do doutorado.

Ao **coordenador** Fernando Guilherme Perazzo Costa da Coordenação do Curso do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, por me auxiliar durante o curso.

Ao Laboratório de Avicultura do **CCHSA** pela disponibilidade das instalações.

Aos funcionários/amigos do **Laboratório de Avicultura**: Dr. Edson Lindolfo da Silva, Fabiano Maia Dantas, Nivaldo Dutra de Melo e Santino Gomes do Nascimento por ter me apoiado em todos os momentos.

A **todos** aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, meus eternos agradecimentos.

A todos meus mais sinceros Agradecimentos!

SUMÁRIO

	Páginas
<i>Lista de Tabelas</i>	xii
<i>Lista de Figuras</i>	xiv
<i>Resumo Geral</i>	xv
<i>General Abstract</i>	xvii
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	01
 CAPÍTULO I. Restrição alimentar quantitativa e qualitativa fracionada em frangos de corte	
Resumo.....	04
Abstract.....	05
1.1. Introdução.....	06
1.2. Material e Métodos.....	07
1.2.1. Local.....	07
1.2.2. Aves e programas de alimentação.....	07
1.2.3. Medidas de desempenho.....	09
1.2.4. Característica de carcaça.....	09
1.2.5. Análise de viabilidade econômica e índice de eficiência produtiva.....	09
1.2.6. Análises estatística.....	10
1.3. Resultado e discussão.....	11
1.3.1. Desempenho.....	11
1.3.1.1. Programas de restrição quantitativo e qualitativo.....	11
1.3.1.2. Teste de contrastes entre programas de alimentação.....	11
1.3.2. Rendimentos de carcaça e cortes nobres.....	14
1.3.3. Pesos e rendimentos dos órgãos comestíveis e rendimento da gordura e penas.....	15
1.3.4. Avaliação econômica dos programas alimentares.....	19
1.4. Conclusões.....	21
1.5. Referenciais.....	22

CAPÍTULO II. *Avaliação da restrição alimentar por turno diária em frangos de corte*

Resumo.....	26
Abstract.....	27
2.1. Introdução.....	28
2.2. Material e Métodos.....	29
2.2.1. Local.....	29
2.2.2. Aves e programas de alimentação.....	29
2.2.3. Medidas de desempenho.....	31
2.2.4. Característica de carcaça.....	31
2.2.4. Amostragem de sangue.....	31
2.2.6. Parâmetros físicos do osso.....	31
2.2.7. Índice Seedor.....	32
2.2.8. Resistência à quebra do osso.....	32
2.2.9. Análise de viabilidade econômica e índice de eficiência produtiva.....	32
2.2.10. Análises estatística.....	33
2.3. Resultado e discussão.....	34
2.3.1. Desempenho.....	34
2.3.2. Índice de glicose.....	35
2.3.3. Rendimento de carcaça e cortes nobres e peso da gordura e penas.....	37
2.3.4. Peso dos órgãos comestíveis.....	39
2.3.5. Medidas físicas do osso do fêmur e tíbia de frangos.....	39
2.3.6. Medidas biomecânicas do osso do fêmur e tíbia de frangos.....	41
2.3.7. Avaliação econômica dos programas alimentares.....	42
2.4. Conclusões.....	44
2.5. Referenciais.....	45

CAPÍTULO III. *Avaliação da restrição alimentar diurna e noturna em dois sistemas de produção em frangos de corte*

Resumo.....	50
Abstract.....	51
3.1. Introdução.....	52
3.2. Material e Métodos.....	54

3.2.1. Local.....	54
3.2.2. Aves e programa alimentar.....	54
3.2.3. Área experimental.....	54
3.2.4. Medidas de desempenho.....	57
3.2.5. Característica de carcaça.....	57
3.2.6. Amostragem de sangue.....	57
3.2.7. Parâmetros físicos do osso.....	58
3.2.8. Índice Seedor.....	58
3.2.9. Resistência óssea.....	58
3.2.10. Análise de viabilidade econômica e índice de eficiência produtiva.....	58
3.2.11. Análises estatística.....	59
3.3. Resultado e discussão.....	60
3.3.1. Desempenho de 8 a 42 dias.....	60
3.3.2. Índice de glicose.....	64
3.3.3. Rendimentos de carcaça e cortes nobres, gordura e penas.....	67
3.3.4. Peso absoluto de órgãos comestíveis.....	69
3.3.5. Parâmetros físicos e biomecânicos dos ossos do fêmur e tíbias dos frangos.....	70
3.3.6. Avaliação econômica.....	74
3.4. Conclusões.....	77
3.5. Referenciais.....	78

LISTA DE TABELAS

	Páginas
CAPÍTULO I	
Tabela 1. Composição alimentar e nutricional da ração experimental.....	08
Tabela 2. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação de 14 a 42 dias de idade.....	12
Tabela 3. Valores de rendimentos da carcaça e cortes nobres de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação.....	15
Tabela 4. Pesos e rendimentos dos órgãos comestíveis de frangos de corte aos 42 dias alimentados com diferentes programas de alimentação.....	16
Tabela 5. Valores econômicos na produção de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação.....	19
CAPÍTULO II	
Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais ¹ para frangos de corte nas fases inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias)....	30
Tabela 2. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte de acordo com o período de avaliação.....	34
Tabela 3. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre o rendimento de carcaça e cortes nobres e do peso de gordura e penas de frangos de corte aos 42 dias.....	38
Tabela 4. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre peso dos órgãos comestíveis de frangos de corte aos 42 dias.....	39
Tabela 5. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre as medidas físicas do osso de frangos de corte aos 42 dias.....	40
Tabela 6. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre as medidas biomecânicas dos fêmures e tíbias de frangos de corte aos 42 dias.....	41
Tabela 7. Valores econômicos na produção de frangos alimentados com diferentes programas de alimentação.....	42
CAPÍTULO III	
Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais ¹ para frangos de corte nas fases inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias)....	55

Tabela 2. Efeito de diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção no desempenho de frangos de corte de 8 a 42 dias.....	61
Tabela 3. Desdobramento do peso corporal e ganho de peso de frangos de 8 a 35 dias em função dos diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção.....	64
Tabela 4. Efeito de diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção sobre rendimento de carcaça e partes nobres, gordura e pena de frangos de corte aos 42 dias.....	68
Tabela 5. Desdobramento do rendimento das penas (%) de frangos aos 42 dias em função dos diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção.....	68
Tabela 6. Efeito de diferentes programas de alimentação nos sistemas de produção sobre os pesos de órgãos comestíveis de frangos de corte aos 42 dias.....	70
Tabela 7. Efeito de diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção sobre os parâmetros físicos e biomecânicos do fêmur e tíbia de frangos de corte aos 42 dias.....	71
Tabela 8. Desdobramento da resistência à quebra (kgf/cm ²) do osso da tíbia de frangos aos 42 dias em função dos diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção.....	73
Tabela 9. Efeito de diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção sobre os valores econômicos na produção de frangos de corte.....	75
Tabela 10. Desdobramento do custo médio de arraçãoamento e viabilidade de criação de frangos em função dos diferentes programas de alimentação e os sistemas de produção.....	75

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. Rendimento da gordura abdominal de frangos de corte alimentados com diferentes programas alimentar.....	17
Figura 2. Rendimento das penas de frangos de corte alimentados com diferentes programas alimentar.....	18

CAPÍTULO II

Figura 1. Níveis de glicose de frangos alimentados com diferentes programas de alimentação.....	36
Figura 2. Níveis de glicose em função ao período de coleta dos frangos sob restrição alimentar.....	37

CAPÍTULO III

Figura 1. Planta baixa dos sistemas de produção: a) convencional e b) dark house.....	56
Figura 2. Fachada dos sistemas de produção: a) convencional e b) dark house.....	56
Figura 3. Níveis de glicose de frangos alimentados com diferentes programas de alimentação.....	65
Figura 4. Níveis de glicose de frangos alojados em sistemas produtivos.....	66
Figura 5. Níveis de glicose em função ao período de coleta dos frangos sob restrição alimentar.....	66

AVALIAÇÃO DE PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO GERAL

Os avanços no melhoramento genético, nutrição, ambiência e saúde aumentaram o ganho de peso diário e reduziu o tempo de permanência dos frangos nos galpões, tornando o frango moderno mais eficiente na utilização dos nutrientes das rações, entretanto, é preciso buscar novas estratégias de manejo para aumentar o desempenho e otimizar o custo de produção dos frangos. Os três experimentos foram conduzidos com o objetivo de avaliar propostas de restrição alimentar em frangos de corte. No experimento 1 (E₁) foi avaliada a restrição alimentar quantitativa (RQT) e qualitativa (RQL), no experimento 2 (E₂) avaliou-se a frequência da restrição alimentar (RA) diurna e no experimento 3 (E₃), avaliou-se a RA diurna e noturna em dois sistemas de produção (SP). Antes de iniciar os experimentos, os 425 frangos Cobb 500[®] do E₁ e, os 1.260 frangos dos E₂ e E₃ Cobb 500 “Slow Feathering”[®] foram criados e alimentados com ração comercial. Nos três experimentos os frangos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em 5 tratamentos 5 cinco repetições de 17 aves no E₁, quatro tratamentos com 9 repetições com 35 aves no E₂ e, um esquema fatorial 3x2 [3 programas de alimentação x 2 sistemas de produção (convencional e “dark house”)] totalizando 6 tratamentos com 6 repetições de 35 aves no E₃. No E₁ os frangos foram submetidos aos seguintes programas alimentares (PAs): programa 1 (P₁) = alimentação *ad libitum* (AL) dos 14 aos 42 d; P₂ = RQT de 10% do consumo AL de 14 a 28 d e consumo AL de 29 a 42 d; P₃ = consumo AL de 14 a 28 d e RQT de 29 a 42 d; P₄ = RQL em 10% no nível de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 d e consumo AL de 29 a 42 d e P₅ = consumo AL de 14 a 28 d e RQL de 29 aos 42 d. No E₂ foram avaliados de 8 a 42 d os seguintes programas (P): P₁ = consumo AL; P₂ = suspensão da oferta diária de ração de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃ = suspensão da oferta diária de ração de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e P₄ = suspensão da oferta diária de ração de manhã e à tarde (RMT). No E₃ foram avaliados: o consumo AL; suspensão de 4 h da oferta diurna de ração (RD, ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde) e suspensão de 6 h da oferta noturna de ração (RN, ração removida de 24:00 às 06:00 horas). Foram avaliados o desempenho (CR, GP e CA), rendimento de carcaça e cortes (E₁, E₂ e E₃) e qualidade óssea (E₂ e E₃). No E₁, o grupo de frangos do tratamento AL teve maior GP ($p \leq 0,01$) e semelhante CA ($P > 0,05$) de 14 a 42 d em relação ao grupo de frangos submetidos ao tratamento de RQT de 29 a 42 d. Frangos RQT de 14 a 28 d apresentaram menor CR e melhor CA ($p \leq 0,01$) na fase de 14 a 42 d em relação ao grupo de

frangos dos tratamentos de RQL. Os frangos da dieta RQT de 14 a 28 d apresentaram semelhante CA de 29 a 42 e de 14 a 42 d e índices econômicos aos frangos do AL. No E₂, os frangos alimentados AL, RM, RT e RMT tiveram peso corporal (PC), CR e CA semelhantes ($P>0,05$) de 8 a 42 d. Entretanto, o GP de 8 a 42 d do grupo RMT foi maior ($p\leq 0,05$) em relação ao grupo AL. A taxa de glicose das aves em RM, RT e RMT foram sempre menores em comparação a taxa de glicose dos frangos do regime AL e, diminuiu ainda mais durante o jejum comparados aos períodos antes e depois do jejum. As características de carcaça apresentaram semelhança em todos os programas de alimentação ($P>0,05$). A resistência a quebra dos fêmures (ROF) e tíbias (ROT) foram semelhantes ($P>0,05$), mas, o índice Seedor da tíbia (IST) do grupo AL foi menor ($p\leq 0,05$) em relação aos animais do RMT e RM. No E₃, frangos alimentados com RD apresentaram consumo de ração (CR) e o ganho de peso (GP) semelhante aos frangos alimentado com AL ($P>0,05$). Os frangos alojados no sistema dark house apresentaram peso corporal ($3.204,62 \pm 120.88$ vs $3.094,37 \pm 46.37$ kg), CR ($4.481,48 \pm 85.65$ vs $4.339,31 \pm 89.36$ kg) e GP ($2.958,53 \pm 66.71$ vs $2,816,67 \pm 59,01$ kg) maiores que os frangos alojados no sistema convencional ($p\leq 0,05$). Além disso, os frangos mantidos em SDH apresentaram melhor índice de conversão alimentar (CA) ($1,515 \pm 0,03$ vs $1,541 \pm 0,03$ kg/kg). O peso da gordura abdominal foi maior ($p\leq 0,05$) no SDH em relação ao SC. O índice Seedor e resistência à quebra (RO) do fêmur e da tíbia foram semelhantes ($P>0,05$) entre os programas de alimentação, mas os frangos do SDH influenciou maior resistência do fêmur e de tíbia à quebra em relação ao SC ($p\leq 0,05$). A RD aumentou a viabilidade do plantel de frangos em relação a oferta de ração AL ($p\leq 0,05$). O SDH melhorou o resultado financeiro do lote de frangos em contraste ao SC. Portanto, a redução em 10% do consumo ad libitum de 14 a 28 dias é uma alternativa econômica viável para frangos de corte até 42 dias de idade. O programa RQT de 4 horas (2 h pela manhã e 2 h à tarde) melhora o desempenho, qualidade óssea e econômica em frangos de corte. O sistema dark house oferece maior rentabilidade que o sistema convencional.

PALAVRAS-CHAVE: Convencional, dark house, realimentação, taxa de glicose.

EVALUATION OF PROPOSALS FOR FEED RESTRICTION IN BROILERS

GENERAL ABSTRACT

Advances in genetic improvement, nutrition, environment and health led to an increase in the daily weight gain and reduced the time spent by broilers in sheds, making modern broilers more efficient in the use of feed nutrients. However, it is necessary to seek new management strategies to increase performance and optimize the production cost of broilers. Three experiments aimed to evaluate proposals for feed restriction in broilers. In experiment 1 (E₁) the quantitative (QTV) and qualitative (QLV) feed restrictions were evaluated, in experiment 2 (E₂) the frequency of diurnal feed restriction (FR) was evaluated, and in experiment 3 (E₃) the diurnal and nocturnal FR were evaluated in two poultry production systems (PS). Before starting the experiments, the 425 chicks (Cobb 500®) from E₁ and two groups of 1,260 chicks (Cobb 500, Slow Feathering®) from the E₂ and E₃ were raised and fed with commercial feed. In the three experiments, the chickens were distributed in a completely randomized design as follow: E₁ consisting of 5 treatments with 5 five replicates of 17 broilers, E₂ consisting of 4 treatments with 9 replicates of 35 broilers, and E₃ consisting of a 3X2 factorial arrangement [3 FR X 2 production systems (conventional and dark house)], totaling 6 treatments with 6 replicates of 35 broilers. In E₁, the broilers were subjected to the following FR: FR₁ = *ad libitum* intake (AL) from 14 to 42 days old (d), FR₂ = QTV of 10% of AL intake from 14 to 28 d and AL intake from 29 to 42 d, FR₃ = AL intake from 14 to 28 d and QTV from 29 to 42 d, FR₄ = QLV of 10% in crude protein (CP) level and essential amino acids (AAs) from 14 to 28 d and AL intake from 29 to 42 d, and FR₅ = AL intake from 14 to 28 d and QLV from 29 to 42 d. In E₂, the following feeding restriction programs (P) were evaluated from 8 to 42 days: P₁ = AL intake, P₂ = suspension of the daily feed supply from 06:00h to 08:00h at the morning (RM), P₃ = suspension of the daily feed supply from 01:00h to 03:00h at the afternoon (RA), and P₄ = suspension of the daily feed supply in the morning and at the afternoon (RMA). In E₃, the AL intake, 4-hour suspension of feed supply at the morning (RM, feed suspended from 06:00h to 08:00h and from 01:00h to 03:00h), and 6-hour of suspension of feed supply at the night (RN, feed suspended from 00:00h to 06:00h) were evaluated: Feed intake (FI), weight gain (WG), feed conversion (FC), carcass yield and cuts (E₁, E₂, and E₃), and bone quality (E₂ and E₃). In E₁, broilers from the AL group had higher WG ($p \leq 0.01$) and similar FC ($P > 0.05$) from 14 to 42 d in comparison with those subjected to QTV from 29 to 42 d. Broilers subjected to QTV from 14 to 28 d had lower FI and better FC ($p \leq 0.01$) from 14 to 42 days than those subjected to QLV. Broilers subjected to QTV

from 14 to 28 d had FC from 29 to 42 d and from 14 to 42 d and economic index similar to those fed AL. Regarding E₂, broilers fed AL, RM, RA and RMA had similar body weight (BW), FI and FC ($P>0.05$) from 8 to 42 days old. However, WG from 8 to 42 d was higher ($p\leq 0.05$) in the RMA group than in the AL group. The glucose rate in broilers subjected to RM, RA, and RMA was always lower in comparison to the glucose rate in broilers fed AL, and even lower during fasting compared to the results obtained before and after fasting. Carcass characteristics were similar in all feeding programs ($P>0.05$). Breakage resistance of bones femurs and tibias was similar ($P>0.05$), but the Seedor index of the tibia in the AL group was lower ($p\leq 0.05$) than those observed in the RMA and RM groups. In E₃, broilers fed with RM had FI and WG similar to those fed AL ($P>0.05$). BW ($3,204.62 \pm 120.88$ vs $3,094.37 \pm 46.37$ kg), FI ($4,481.48 \pm 85.65$ vs $4,339.31 \pm 89.36$ kg) and WG ($2,958.53 \pm 66.71$ vs $2,816.67 \pm 59.01$ kg) were higher ($p\leq 0.05$) in broilers from the dark house system than in those from the conventional system. Moreover, broilers kept in DHS had a better feed conversion index (1.515 ± 0.03 vs 1.541 ± 0.03 kg/kg). The abdominal fat weight was higher ($p\leq 0.05$) in broilers from the dark house system than in those from the conventional. The Seedor index and breakage resistance of the femur and tibia were similar ($P>0.05$) between the feeding programs, but the dark house system promoted a higher breakage resistance of the femur and tibia than the conventional ($p\leq 0.05$). The RM increased the viability of the broiler stock compared to the AL feed supply ($p\leq 0.05$). The dark house system improved the financial result of the broiler batch in comparison with the conventional system. Therefore, a reduction of 10% in ad libitum intake from 14 to 28 days is a viable economic alternative for broilers up to 42 days old. The 4-hour QTV program (2 h in the morning and 2 h in the afternoon) improves the performance and bone and economic quality in broilers. The dark house system offers a higher profitability than conventional system.

KEYWORDS: Conventional, dark house, feedback, glucose rate.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O melhoramento genético é um dos fatores que mais afeta positivamente o desempenho dos frangos, enquanto que a alimentação é o que mais agrega custo a produção, entretanto, o impacto financeiro de insumos, como energia elétrica, vem crescendo e não podem ser subestimados. Se a alimentação é o principal item do custo de produção de frangos para empresa integradora, representando de 60 a 65% deste custo, a energia é um dos principais itens de custo nas granjas integradas e compromete, respectivamente, no inverno e verão de 4,0 a 8,4% da renda auferida pelas granjas paraibanas integradas, dos quais 2,5 e 7,5% são gastos apenas com a climatização dos galpões. Portanto, o desenvolvimento de métodos de restrição alimentar incorpora o interesse econômico tanto das empresas integradoras quanto dos granjeiros associados a elas.

A restrição alimentar pode ser uma boa estratégia para melhorar o desempenho dos frangos e diminuir os gastos com alimentação das integrações avícolas, tanto na região Nordeste quanto em outras regiões do país como, por exemplo, despesas com energia das granjas durante a estação de verão. A escolha dos horários mais quentes do dia para suspender a oferta de ração pode manter o desempenho e o bem-estar por alterar o comportamento ingestivo das aves, através do estímulo ao repouso e menor estresse social dos plantéis.

Uma das maiores vantagens dos programas de restrição alimentar é o estímulo ao ganho compensatório, menor a excreção de nutrientes, melhor equilíbrio microbiano da cama e qualidade do ar no meio interno, diminuindo a poluição de solos e de água no meio externo as instalações. Segundo Aziz (2012) podem-se esperar reduções nos distúrbios metabólicos como a morte súbita e mortalidade das aves.

As empresas resistem em adotar programas de restrição alimentar, e contribui para isto a falta de informações na literatura e a grande inconsistência nos planejamentos experimentais que tem conduzidos não a conclusões, mas a condenações da técnica. Acrescentem-se que a escolha de um plano de restrição alimentar deve ser precedido de minuciosa análise dos impactos econômicos inerentes a técnica na solvência das empresas avícolas. Existem muitas técnicas de restrição alimentar entre elas destacam-se a restrição por tempo (Maheri-Sis *et al.*, 2011), pela suspensão do programa de luz (Religious *et al.*, 2001), pela diluição da dieta, de baixa proteína ou energia (Zubair & Lesson, 1996), pelos métodos químicos e quantitativos (Maheri-Sus *et al.*, 2011; Zhan *et al.*, 2007; Tolkamp *et al.*, 2005; Sugeta *et al.*, 2002; Urdanetarincon & Leeson, 2002).

O método mais prático para adoção em sistemas de produção comercial é a restrição quantitativa de ração pela suspensão noturna do programa de luz (mini “dark house”) ou pela elevação das linhas de comedouro que impedem as aves de consumir a ração durante o dia. Este método, além de melhorar a conversão alimentar (Tolkamp *et al.*, 2005; Zhan *et al.*, 2007; Maheri-Sis *et al.*, 2011), reduz a incidência de doenças metabólicas e a deposição de gordura na carcaça de frangos de corte (Yu & Robinson, 1992; Jalal & Zakaria, 2012; Mirshamsollahi, 2013), visto que a oferta contínua de ração está associada a taxa de crescimento mais rápido, mas maior incidência de distúrbios metabólicos como ascite, síndrome da morte súbita e de problemas esqueléticos (Yu & Robinson, 1992; Garner *et al.*, 2002). Um programa de restrição alimentar ideal é aquele que busca o equilíbrio entre a melhor eficiência alimentar e a menor excreção de nutrientes (Sahraei, 2012).

Um outro ponto de discórdia é a idade ideal para as aves serem submetidas a um programa de restrição alimentar. Segundo Rosa *et al.* (2000) antes de sete dias de idade, a restrição pode causar subdesenvolvimento do trato gastrointestinal, das fibras musculares do peito, com queda do desempenho produtivo dos frangos de corte e, se a restrição ocorrer após 21 dias, os frangos não terão tempo suficiente para recuperar a perda de peso até a idade de abate. No entanto, após 21 dias, restrições moderadas e escalonadas entre turnos do dia podem aumentar as chances de ganhos econômicos expressivos comparadas as restrições de 7 a 21 dias, porque os frangos nas condições de conforto térmico dos galpões climatizados têm maior dificuldade de controlar o apetite, o que resulta em consumo excessivo de ração e aumento das perdas de nutrientes por excreção fecal. Enquanto que, mesmo nos galpões climatizados o desconforto térmico aumenta durante os picos de calor e as aves desenvolvem inapetência, aumentam o consumo de água, tornam-se ofegantes e evitam caminhadas até o comedouro. É provável que pequenas intervenções na oferta de ração durante os períodos de conforto térmico e em períodos anteriores ao estresse pelo calor promovam o bem-estar e o desempenho de frangos.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da restrição alimentar diurna e noturna sobre o desempenho, características de carcaça, qualidade óssea e impacto sobre a eficiência alimentar e econômica de frangos de corte.

A tese está estruturada em três capítulos, em que o **Capítulo I** apresenta a restrição alimentar quantitativa e qualitativa fracionada em frangos de corte. O **Capítulo II** avaliou-se da restrição alimentar por turno diário em frangos de corte. E o **Capítulo III** avaliação da restrição alimentar diurna e noturna em dois sistemas de produção de frangos de corte.

CAPÍTULO I

Avaliação da restrição alimentar quantitativa e qualitativa fracionada em frangos de corte

AVALIAÇÃO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR QUANTITATIVA E QUALITATIVA FRACIONADA EM FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar a influência de cinco programas de restrição alimentar (PRA) sobre o desempenho e características de carcaça de frangos. Um total de 425 frangos de corte macho da linhagem Cobb 500[®] foram distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, com cinco PRA e cinco repetições de 17 aves cada. Os PRA foram: Programa 1 (P₁): consumo *ad libitum* (AL) das dietas controle (DC) dos 14 aos 42 d de idade (AL - 14 a 42 d); P₂: restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo AL no período de 14 a 28 d e consumo AL de 29 a 42 d de idade; P₃: consumo AL no período de 14 a 28 dias e RQT de 29 a 42 d; P₄: restrição qualitativa (RQL) em 10% no nível de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo AL de 29 a 42 d de idade e P₅: consumo AL no período de 14 a 28 d e RQL de 29 aos 42 d de idade. Frangos do tratamento AL ganharam mais peso ($p \leq 0,01$) nas fases de 29 a 42 e de 14 a 42 d e, apresentaram conversão alimentar ($P > 0,05$) semelhante nas fases de 14 a 28, de 29 a 42 e de 14 a 42 d comparados aos frangos submetidos a RQT de 29 a 42 d. Além disso, frangos alimentados com RQT de 14 a 28 d apresentaram menor consumo e melhor conversão alimentar ($p \leq 0,01$) na fase de 14 a 42 d em relação ao grupo de frangos alimentados com RQL de 14 a 28 (P₄) e de 29 a 42 (P₅). Os frangos da dieta de RQT de 14 a 28 d apresentaram semelhante conversão alimentar nas fases de 29 a 42 e de 14 a 42 d aos frangos alimentados com a oferta AL. A redução em 10% do consumo *ad libitum* de 14 a 28 dias é uma alternativa econômica viável para alimentar frangos de corte até 42 dias de idade.

Palavras-chave: Aminoácidos, análise econômica, consumo, dietas, realimentação.

EVALUATION OF FRACTIONAL QUANTITATIVE AND QUALITATIVE FEED RESTRICTION IN BROILERS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the influence of five feed restriction programs (FRP) on broiler performance and carcass characteristics. A total of 425 male broilers (Cobb 500®) were distributed in a completely randomized design with five FRP and five replicates of 17 broilers each. The following FRP were evaluated: Program 1 (P₁): *ad libitum* (AL) intake of control diets (CD) from 14 to 42 days old (AL - 14 to 42 d), P₂: quantitative restriction (QTV) of 10% of AL intake from 14 to 28 d and AL intake from 29 to 42 d, P₃: AL intake from 14 to 28 d and QTV from 29 to 42 d, P₄: qualitative restriction (QLV) in 10% in crude protein (CP) level and essential amino acids (Aas) levels from 14 to 28 d and AL intake from 29 to 42 d, and P₅: AL intake from 14 to 28 d and QLR from 29 to 42 d. Broilers subjected to AL treatment gained more weight ($p \leq 0.01$) from 29 to 42 and from 14 to 42 d, and had a similar feed conversion ($P > 0.05$) from 14 to 28, from 29 to 42, and from 14 to 42 d compared to broilers subjected to QTV from 29 to 42 d. In addition, broilers fed with QTV from 14 to 28 d had lower feed intake and better feed conversion ($p \leq 0.01$) from 14 to 42 d compared to those fed with QLV from 14 to 28 (P₄) and from 29 to 42 d (P₅). Broilers fed with QTV from 14 to 28 d had feed conversion, from 29 to 42 and from 14 to 42 d, like those fed with AL supply. A reduction of 10% in *ad libitum* intake from 14 to 28 d is a viable economic alternative to feeding broilers up to 42 days old.

Keywords: Amino acids, consumption, diets, economic analysis, refeeding.

1.1. INTRODUÇÃO

A alta taxa de crescimento do frango de corte moderno é resultado, em grande parte, do melhoramento genético e das melhorias e avanços nas condições de produção, como instalações, nutrição, saúde e manejo. O rápido crescimento dos frangos, trouxe maior valorização dos rendimentos dos cortes para posterior comercialização. Segundo Silva *et al.* (2001) e Duarte *et al.* (2012), os rendimentos de carcaça, peito, coxa e sobrecoxa podem ser diretamente influenciados pela dieta e pelos programas alimentares.

Embora o máximo peso de frangos de corte ao abate seja desejável, os rendimentos dos cortes nobres podem indicar melhor eficiência dos sistemas produtivos em função da evolução do ganho de peso e do consumo de ração (Ramos *et al.* 2011), mas, também problemas como, o acúmulo de gordura na carcaça, disfunções ósseas e metabólicas (Zubair & Leesson, 1996) que causam elevadas perdas econômicas na cadeia produtiva do frango.

Uma das propostas para corrigir os problemas oriundos da elevada taxa de crescimento tem sido os programas de alimentação baseados na restrição alimentar. Há duas formas práticas de aplicação da restrição alimentar: qualitativa, caracterizada pela diminuição da densidade dos nutrientes mais dispendiosos da ração e quantitativa, pela redução na ingestão de uma dieta equilibrada para todos os nutrientes (Pelicano *et al.*, 2005).

A restrição do consumo é normalmente aplicada por curto período de tempo e em idade que permita a recuperação do peso até a idade abate, através do ganho compensatório e incremento da produção de carcaças com reduzido teor de gordura, com menos problemas ósseos ou metabólicos, maior bem-estar e viabilidade econômica.

Uma das vantagens dos programas de restrição alimentar é o estímulo ao ganho compensatório (Zhan *et al.*, 2007; Rezaei & Hajati, 2010), embora não tenha sido comprovado em alguns estudos (Saleh *et al.*, 2005; Khetani *et al.*, 2009). A inconsistência na resposta das aves aos programas de restrição tem sido atribuído às diferentes linhagens, ao período de duração e à severidade do programa adotado, fatores que influenciam significativamente a habilidade da ave em sua plena recuperação (Mazzuco *et al.*, 2000).

O presente estudo foi desenvolvido no intuito de avaliar o desempenho e as características de carcaça de frangos submetidos a diferentes programas de restrição alimentar de 14 a 42 dias de idade.

1.2. MATERIAL E MÉTODOS

1.2.1. Local

O experimento foi conduzido no aviário do Laboratório de Avicultura do Departamento de Ciência Animal do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, *Campus III*, no município de Bananeiras, sob as coordenadas 6°45'00'' de latitude sul e 35°38'00'' de longitude oeste, a uma altitude de 520 m acima do nível do mar, no período de 29 de outubro a 26 de novembro de 2014.

A metodologia experimental foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA da UFPB e registrado sob número de protocolo 077/2015.

1.2.2. Aves e programas de alimentação

Foram distribuídos 425 frangos de corte, macho da linhagem Cobb 500® com peso vivo médio 501 ± 2 g em dois períodos de estudo: 14 a 28 (crescimento) e 29 a 42 (final) dias de idade. Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso em cinco tratamentos com cinco repetições de 17 aves.

Os tratamentos consistiram dos seguintes programas alimentares (PAs):

Programa 1 – Consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d);

Programa 2 – Restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade no período de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias (*Restrição quantitativa* – 14 a 28 d);

Programa 3 – Consumo à vontade no período de 14 a 28 dias com restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias (*Restrição quantitativa* – 29 a 42 d);

Programa 4 – Restrição qualitativa em 10% nos níveis de proteína bruta e aminoácidos essenciais no período de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade (*Restrição qualitativa* – 14 a 28 d) e;

Programa 5 – Consumo à vontade da DC no período de 14 a 28 dias com restrição qualitativa em 10% nos níveis de proteína bruta e aminoácidos essenciais no período de 29 a 42 dias de idade (*Restrição qualitativa* - 29 a 42 d).

A dieta basal (Tabela 1) foi formulada para atender as exigências dos frangos para crescimento normal segundo Rostagno *et al.* (2011). Antes do período de restrição alimentar,

as aves receberam água e ração *ad libitum* e o manejo foi realizado de acordo com o Manual da Linhagem Cobb (2012).

Tabela 1. Composição alimentar e nutricional da ração experimental

Ingredientes	14-28 dias		29-42 dias	
	Basal ¹	Restrição qualitativa ²	Basal ¹	Restrição qualitativa ²
Milho em grão	63,916	70,963	67,363	73,900
Farelo de soja	31,430	25,490	27,591	22,073
Óleo de soja	1,243	0,043	2,083	0,966
Fosfato bicálcico	1,365	1,413	1,075	1,120
Calcário calcítico	0,851	0,852	0,799	0,800
DL-metionina	0,245	0,209	0,207	0,178
L-lisina HCL	0,209	0,245	0,198	0,235
L-treonina	0,038	0,039	0,022	0,025
L-valina	0,018	0,024	0,001	0,009
L-arginina	--	0,037	--	0,035
Sal comum	0,456	0,455	0,431	0,430
Cloreto de colina	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ³	0,110	0,110	0,110	0,110
Premix mineral ⁴	0,060	0,060	0,060	0,060
Antioxidante ⁵	0,010	0,010	0,010	0,010
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Nutricional Calculada				
Proteína bruta	%	20,000	18,000	18,500
Energia metabolizável	Mcal/kg	3.000	3.000	3.100
Lisina digestível	%	1,100	0,990	1,000
Metionina digestível	%	0,516	0,459	0,463
Met+Cis digestível	%	0,800	0,720	0,730
Arginina digestível	%	1,226	1,100	1,117
Treonina digestível	%	0,715	0,643	0,650
Triptofano digestível	%	0,221	0,190	0,200
Valina digestível	%	0,860	0,770	0,780
Cálcio	%	0,760	0,760	0,660
Fósforo disponível	%	0,360	0,360	0,300
Sódio	%	0,200	0,200	0,190
Potássio	%	0,761	0,672	0,700
Cloro	%	0,326	0,327	0,311
Balanço Eletrolito	mEq/kg	189,7	166,9	174,1

¹Recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2011);

²Restrição em 10% nos níveis de proteína e aminoácidos;

³Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 6.800.000 UI; vitamina D3 1.500.000 UI; vitamina E 12.000 UI; vitamina K3 1.600 mg; vitaminas B1 1.000 mg; vitamina B2 4.000 mg; vitamina B6 2.000 mg; vitamina B12 10.000 mg; ácido fólico 700 mg; ácido pantotênico 10 g; biotina 15 mg; niacina 30 g; BHT 1.000 mg. ⁴Níveis de garantia por kg do produto: Cobre 20 g; ferro 96 g; iodo 1.400 mg; manganês 156 g; selênio 500 mg; zinco 110 g; ⁵Santoquim®.

Aos 14 dias de idade, as aves foram transferidas para os 25 boxes medindo 2,00 x 1,70 m (3,4 m²) com paredes divisórias em tela com abertura de malha à prova de pássaros

e piso coberto com cama de maravalha. Cada box foi equipado com um comedouro tubular e um bebedouro pendular. A área experimental foi instalada num galpão de alvenaria com cortinas laterais, ventiladores e nebulizadores, utilizados para ajustar a temperatura e umidade relativa do ar.

Foi adotado um programa de luz contínuo durante todo o período experimental, utilizando-se lâmpadas incandescentes de 100 watts de forma a fornecer 22 lúmens/m². Um termohigrômetro digital foi utilizado para aferição e registro da temperatura e umidade relativa do ar que foram, respectivamente, de 28±1,8°C e 70±2,2%.

1.2.3. Medidas de desempenho

Ao final do período experimental, as sobras de rações e os frangos foram pesados, para avaliação do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras, o ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso dos frangos no final e inicial; enquanto que, a conversão alimentar foi calculada pela divisão do consumo de ração pelo ganho de peso.

1.2.4. Característica de carcaça

Aos 42 dias de idade, um total de 45 frangos, sendo três por parcela e 15 por tratamento foram selecionados com base no peso médio e submetido a jejum de sólidos de oito horas a fim de limpar o trato digestivo. Após o jejum, as aves foram pesadas individualmente, insensibilizadas por eletronarcole e, posteriormente, sacrificadas e evisceradas para a obtenção do peso da carcaça, dos cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa), órgãos comestíveis e da gordura abdominal.

Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada, sem cabeça, pernas e pés em relação ao peso vivo após jejum, enquanto, os rendimentos dos cortes (peito, coxa e sobrecoxa) e dos órgãos comestíveis (moela, fígado e coração) foram calculados dividindo-se o peso individual de cada corte e/ou órgão pelo peso da carcaça.

1.2.5. Análise de viabilidade econômica e índice de eficiência produtiva

A viabilidade econômica das rações foi avaliada considerando o impacto financeiro da restrição alimentar nas fases de criação sobre as variáveis de desempenho e rendimento de carcaça. Os índices econômicos foram calculados conforme metodologia descrita por

Ramos *et al.* (2011) considerando: o Custo Médio da Ração (CMR) = ração consumida x preço de ração; Receita Média Bruta (RMB) = quantidade de quilograma de frango produzida x preço do frango vivo; Margem Bruta (MB) = receita média bruta – custo médio da ração; Índice de Rentabilidade (IR) = margem bruta ÷ custo médio da ração e Índice Relativo de Rentabilidade (IRR) = renda média do tratamento testado ÷ renda média do tratamento controle x 100.

Além disso, foi calculado o índice de eficiência produtiva (IEP) de acordo com Gomes *et al.* (1996) que foi expresso pela seguinte equação: $IEP = [(peso\ vivo\ médio\ das\ aves\ (g) \times viabilidade\ das\ aves\ (\%)) \div (idade\ das\ aves\ (dias) \times conversão\ alimentar\ (g/g))] \times 100$. Os preços dos ingredientes utilizados para elaboração da análise econômica foram provenientes de consulta ao mercado paraibano, assim como, o preço do frango vivo, enquanto que os aminoácidos foram obtidos de empresas fornecedoras, considerando a cotação do dólar.

1.2.6. Análises estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o programa computacional Software “*Statistical Analysis System*” (SAS, 2009) e, em seguida as médias dos tratamentos foram interpretadas sobre as duas formas: teste de Student-Newman-Kuels considerando a probabilidade de 5% e, através de contrastes ortogonais. O modelo estatístico foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = é a i-ésima observação referente a j-ésima repetição, $j = 1, 2, \dots, J$ ($J = 5$); μ = média geral; t_i = efeito do i-ésimo tratamento, $i = 1, 2, \dots, I$ ($I = 5$); e_{ij} = erro experimental suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído.

1.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1.3.1. Desempenho

O desempenho dos frangos de 14 a 42 dias de idade foram influenciados ($p \leq 0,05$) pelos programas de alimentação (Tabela 2).

1.3.1.1. Programas de restrição quantitativo e qualitativo

Os frangos submetidos a restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias apresentaram menor consumo de ração e melhor conversão alimentar ($p \leq 0,01$) em comparação com os frangos alimentados com os demais programas de alimentação no período de avaliação de 14 a 28 dias de criação, no entanto, não houve efeito dos tratamentos sobre o ganho de peso ($P > 0,05$).

No período de 29 a 42 dias (terminação), os frangos submetidos a restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias apresentaram menor ($p \leq 0,01$) consumo de ração (2.154 ± 79 vs 2.417 ± 27 g/ave) e ganho de peso (1.105 ± 76 vs 1.288 ± 48 g/ave) e conversão alimentar semelhante ($P > 0,05$) em relação as aves alimentadas à vontade dos 14 a 42 dias.

No período total de avaliação (14 a 42 dias), os frangos submetidos a restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 14 a 42 dias apresentaram menor ($p \leq 0,0001$) consumo de ração (3.888 ± 96 vs 4.070 ± 82 g/ave), mas ganho de peso e conversão alimentar semelhante ($P > 0,05$) em relação as aves alimentadas à vontade dos 14 a 42 dias. Não houve efeito do grupo de frangos submetidos aos programas de restrição alimentar qualitativa, independentemente do período de aplicação (14 a 28 e 29 a 42 dias) no consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar em relação as aves alimentadas à vontade dos 14 a 42 dias ($P > 0,05$).

Os programas de restrição quantitativa não seguiram a sugestão de que a restrição na oferta de ração deve ser evitada em até duas semanas antes do abate e, que a redução da qualidade de ração traz implicações no desempenho dos frangos e estas implicações foram maiores para os frangos que receberam as restrições nas fases de crescimento e terminação, enquanto, os frangos que foram tratados com restrição quantitativa de 10% na oferta de ração apresentaram conversão alimentar semelhante aos grupo de frangos da oferta *ad libitum*.

1.3.1.2. Testes de contrastes entre programas de alimentação

Analisando os contrastes, observou-se que os frangos que consumiram a dieta con-

Tabela 2. Desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação de 14 a 42 dias de idade

Programa alimentar ¹	Consumo de ração (g/aves)			Ganho de peso (g/aves)			Conversão alimentar (g/g ¹)		
	14-28 d	29-42 d	14-42 d	14-28 d	29-42 d	14-42 d	14-28 d	29-42 d	14-42 d
AL-14 a 42 d	1.653±57 ^A	2.417±27 ^A	4.070±82 ^A	1.002±31	1.288±48 ^A	2.290±34 ^A	1,650±0,08 ^A	1,878±0,06 ^B	1,777±0,02 ^{AB}
RQT-14-28 d	1.433±25 ^B	2.456±73 ^A	3.888±96 ^B	1.018±35	1.212±76 ^A	2.229±58 ^A	1,410±0,07 ^B	2,031±0,10 ^A	1,745±0,05 ^B
RQT-29-42 d	1.669±16 ^A	2.154±79 ^B	3.824±91 ^B	1.022±50	1.105±76 ^B	2.126±76 ^B	1,637±0,09 ^A	1,954±0,08 ^{AB}	1,799±0,03 ^A
RQL-14-28 d	1.699±31 ^A	2.402±60 ^A	4.101±88 ^A	1.009±25	1.244±84 ^A	2.253±77 ^A	1,685±0,06 ^A	1,936±0,09 ^{AB}	1,821±0,04 ^A
RQL-29-42 d	1.685±9 ^A	2.478±10 ^A	4.163±5 ^A	1.033±24	1.245±33 ^A	2.279±30 ^A	1,631±0,05 ^A	1,991±0,06 ^{AB}	1,827±0,02 ^A
EPM	21,0	26,0	30,4	6,6	17,6	16,0	0,02	0,02	0,01
Valor de P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,6603	0,0040	0,0020	<0,0001	0,0609	0,0026
Contrastes									
AL ² vs Demais	ns	ns	ns	ns	1.288 vs 1.201	2.290 vs 2.222*	ns	1,878 vs 1,978*	ns
AL vs RQT	1.653 vs 1.551**	2.417 vs 2.305*	4.070 vs 3.856**	ns	1.288 vs 1.218*	2.290 vs 2.178*	1,650 vs 1,523*	1,878 vs 1,993*	ns
AL vs RQL	1.653 vs 1.686*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	1,777 vs 1,840*
RQT vs RQL	1.551 vs 1.692**	2.305 vs 2.440**	3.856 vs 4.132**	ns	1.158 vs 1.218*	2.178 vs 2.249*	1,523 vs 1,636*	ns	1,772 vs 1,840*
CV (%)	1,96	2,38	1,99	3,38	5,45	2,62	4,40	4,02	1,73

^{AB}Médias dentro da coluna diferem entre si pelo teste de SNK (p<0,05); Probabilidade ** (p<0,01);

¹Programa 1 (P₁): consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d); P₂: restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₃: consumo à vontade de 14 a 28 dias com RQT de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₄: restrição qualitativa (RQL) em 10% nos níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade e; P₅: consumo à vontade da DC de 14 a 28 dias com RQL em 10% nos níveis de PB e Aas de 29 a 42 dias de idade.

EPM = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação.

trole e fornecida à vontade de 14 a 42 dias (*ad libitum*) apresentaram maior ganho de peso ($p \leq 0,01$) na fase de terminação (29 a 42 dias) (1.288 vs 1.201 g/ave) e no período total (14 a 42 dias) (2.290 vs 2.222 g/ave), com melhor conversão alimentar ($p \leq 0,01$), 1,878 vs 1.978 g/g⁻¹ do que os frangos sob restrição alimentar.

Os frangos que receberam dieta com restrição quantitativa apresentaram menor consumo de ração ($p \leq 0,01$) nas fases de 14 a 28 (crescimento), de 29 a 42 (terminação) e de 14 a 42 dias, 1.551 vs 1.653; 2.305 vs 2.417 e 3.856 vs 4.070 g/ave, com menor ganho de peso ($p \leq 0,01$) na fase de terminação (29 a 42 d) e de 14 a 42 dias, 1.218 vs 1.288 e 2.178 vs 2.290 g/ave, e melhor conversão alimentar ($p \leq 0,01$) na fase de crescimento, 1,523 vs 1,650 g/g⁻¹, respectivamente. Entretanto, a conversão alimentar dos frangos submetido a restrição quantitativa na fase de terminação (29 a 42 d) foi pior ($p \leq 0,01$) em relação aos frangos sob alimentação *ad libitum*, 1,993 vs 1,878 g/g⁻¹.

Os menores consumos de ração dos frangos sob restrição alimentar quantitativa em relação aos frangos da dieta à vontade no presente estudo discordam daqueles de Sahraei & Shariatmadari (2007) e Zhan *et al.* (2007) que observaram o aumento no consumo de ração entre as aves submetidas a restrição alimentar. Segundo Guyton & Hall (1997) o aumento do consumo pode ser explicado pelo fato que o apetite do animal é controlado pelo estado nutricional, ou seja, quando a disponibilidade dos nutrientes diminui, o animal automaticamente aumenta a ingestão de alimento em resposta aos estímulos do centro da fome no hipotálamo lateral. Segundo Van Der Klein *et al.* (2017), os frangos exigem nutrientes extras para atender suas necessidades de manutenção.

Os frangos alimentados com a dieta controle à vontade (*ad libitum*) apresentaram menor consumo de ração ($p \leq 0,01$) na fase de 14 a 28 dias, 1.653 vs 1.686 g/ave, e melhor conversão alimentar ($p \leq 0,01$) na fase de 29 a 42 e de 14 a 42 dias em relação aos frangos sob restrição qualitativa, 1,878 vs 2,018 e 1,777 vs 1,840 g/g⁻¹, respectivamente.

A restrição qualitativa estimulou maior consumo de ração ($p \leq 0,001$) nas fases de 14 a 28, de 29 a 42 e de 14 a 42 dias (1.686 vs 1.551; 2.451 vs 2.305 e 4.136 vs 3.856 g/ave), maior ganho de peso ($p \leq 0,01$) nas fases de 29 a 42 e de 14 a 42 dias (1.218 vs 1.158 e 2.249 vs 2.178 g/ave) e pior conversão alimentar ($p \leq 0,01$) nas fases de 14 a 28 e de 14 a 42 dias (1,636 vs 1,523 e 1,840 vs 1,772 g/g⁻¹) em comparação com os frangos que receberam restrição quantitativa, respectivamente.

O maior ganho de peso dos frangos submetidas a restrição qualitativa *versus* frangos sob restrição alimentar quantitativa no presente estudo corroboram com Butzen *et al.* (2013). Indicando que a restrição quantitativa tem impacto negativo no ganho de peso,

independentemente do período aplicado, mas é a restrição qualitativa que mais afeta a conversão alimentar.

Os frangos dos tratamentos de restrição quantitativa foram eficientes no aproveitamento dos nutrientes da dieta controle ao manter melhor conversão alimentar de 14 a 28 dias que o tratamento de oferta *ad libitum* de ração e restrição qualitativa. Concordando com os resultados relatados por Butzen *et al.* (2013), que também encontraram melhor conversão alimentar em frangos recebendo ração com restrição quantitativa. Os frangos condicionados em um determinado período de restrição alimentar e, em seguida, realimentados, podem ter se adaptado ao tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal em ritmo constante de modo que, os mecanismos digestivos e absorptivos pudessem ocorrer de forma mais uniforme, em lugar de serem excessivamente sobrecarregados quando o animal ingere grande quantidade de alimento (Guyton & Hall, 1997). A maior eficiência de alimentação em aves restritas pode estar associada as exigências de manutenção reduzidas, uma vez que Zubair & Leeson (1996) observaram que a restrição inicial de alimentação resultou em mais baixa produção de calor. Contrariamente a este resultado, Mazzuco *et al.* (1999) e Robinson *et al.* (1992) ao aplicarem a restrição qualitativa e quantitativa em frangos de corte não obtiveram diferenças na conversão alimentar aos 42 dias.

A restrição alimentar precoce de frangos de corte é normalmente aplicada, a fim de induzir crescimento e melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes (Susblia *et al.*, 2003). A retomada do crescimento segue-se após o período de alimentação restrita de nutrientes imposta normalmente pela restrição física alimentar ou a alimentação de dietas com baixas densidade de nutrientes (Rezaei *et al.*, 2006; Yagoub & Babiker, 2008).

1.3.2. Rendimentos de carcaça e cortes nobres

Os rendimentos de carcaça e dos cortes nobres não foram afetados pelos programas de alimentação ($P>0,05$) até 42 dias de idade dos frangos (Tabela 3). Estes dados corroboram os relatados de Hassanien (2011), Tesfaye *et al.* (2011), Jalal & Zakaria (2012) e Bortoluzzi *et al.* (2013).

Os frangos com alimentação *ad libitum* apresentaram maior rendimento de peito ($p\leq 0,05$) em relação aos demais tratamentos (45,52 vs 38,94%) e em relação aos frangos com restrição alimentar de 10% do consumo à vontade (45,52 vs 38,56%) e, maior rendimento de sobrecoxa ($p\leq 0,05$) em comparação com as aves que foram submetidos a

restrição qualitativa da dieta controle em 10% nos teores de proteína e aminoácidos (14,83 vs 13,96%).

Tabela 3. Valores de rendimentos de carcaça e cortes nobres de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação

Programa alimentar ¹	Carcaça	Peito	Coxa	Sobrecoxa
	-----%-----			
AL-14 a 42 d	77,48±0,8	40,52±0,7	12,16±0,4	14,83±0,6
RQT-14-28 d	76,83±1,2	38,89±1,5	11,90±0,6	14,60±0,7
RQT-29-42 d	77,05±1,0	38,24±1,9	12,01±0,8	14,55±0,6
RQL-14-28 d	76,67±0,7	40,15±0,8	11,96±0,4	14,09±0,6
RQL-29-42 d	78,67±2,9	38,47±1,6	12,08±0,2	13,84±0,6
EPM	0,32	0,31	0,09	0,14
Valor de P	0,2807	0,0544	0,9372	0,1187
Contrastes				
AL ² vs Demais	ns	45,52 vs 38,94*	ns	ns
AL vs RQT	ns	45,52 vs 38,56*	ns	ns
AL vs RQL	ns	ns	ns	14,83 vs 13,96*
RQT vs RQL	ns	ns	ns	14,58 vs 14,96*
CV (%)	1,99	3,49	4,34	4,35

^{AB}Médias dentro da coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$); Probabilidade **($p < 0,01$);

¹Programa 1 (P₁): consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d); P₂: restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₃: consumo à vontade de 14 a 28 dias com RQT de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₄: restrição qualitativa (RQL) em 10% nos níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade e; P₅: consumo à vontade da DC de 14 a 28 dias com RQL em 10% nos níveis de PB e Aas de 29 a 42 dias de idade.

EPM = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação.

A restrição qualitativa da dieta controle em 10% nos teores de PB e Aas afetou significativamente ($p \leq 0,05$) o rendimento de sobrecoxa em relação aos frangos que receberam restrição quantitativa, respectivamente, 14,58 vs 14,96%. É possível que a redução no rendimento do peito e sobrecoxa em aves com restrição qualitativa possa ser devida à diminuição da ingestão de aminoácidos associada à diminuição dos níveis de energia. Os resultados sugerem que a taxa de crescimento de frangos de corte está relacionada com a ingestão de ração, o que apoia a afirmação de que a melhora do peso corporal das aves está altamente correlacionada ao consumo de ração (O'Sullivan *et al.*, 1992).

1.3.3. Pesos e rendimentos dos órgãos comestíveis e rendimento da gordura e penas

Os pesos e rendimentos dos órgãos comestíveis não foram afetados pelos programas de alimentação ($P>0,05$) conforme a Tabela 4. Estes dados estão de acordo com Hassanien (2011), Tesfaye *et al.* (2011), Jalal & Zakaria (2012) e Bortoluzzi *et al.* (2013).

Tabela 4. Pesos e rendimentos dos órgãos comestíveis de frangos de corte aos 42 dias alimentados com diferentes programas de alimentação

Programa alimentar ¹	Coração	Moela	Fígado	Coração	Moela	Fígado
	-----gramas-----			-----%-----		
AL-14 a 42 d	11,0±1,0	30,8±2,7	41,3±4,1	0,52±0,04	1,44±0,09	1,98±0,20
RQT-14-28 d	10,7±1,3	29,8±2,2	40,7±1,7	0,53±0,06	1,47±0,17	1,95±0,08
RQT-29-42 d	9,6±1,3	30,1±0,4	42,2±3,2	0,48±0,05	1,51±0,10	2,02±0,15
RQL-14-28 d	10,3±1,0	30,1±3,0	38,5±3,4	0,51±0,05	1,48±0,12	1,85±0,16
RQL-29-42 d	10,7±1,1	28,7±1,0	45,3±5,9	0,52±0,06	1,39±0,03	2,06±0,10
EPM	0,2	0,4	0,6	0,01	0,02	0,03
Valor de P	0,3778	0,6832	0,6567	0,5181	0,2371	0,2367
Contrastes						
AL ² vs Demais	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AL vs RQT	ns	ns	ns	ns	ns	ns
AL vs RQL	ns	ns	ns	ns	ns	ns
RQT vs RQL	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	10,87	10,17	7,15	7,81	7,43	7,43

^{AB}Médias dentro da coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($p<0,05$); Probabilidade ^{**}($p<0,01$);

¹Programa 1 (P₁): consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d); P₂: restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₃: consumo à vontade de 14 a 28 dias com RQT de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₄: restrição qualitativa (RQL) em 10% nos níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade e; P₅: consumo à vontade da DC de 14 a 28 dias com RQL em 10% nos níveis de PB e Aas de 29 a 42 dias de idade.

EPM = erro padrão da média; CV = coeficiente de variação.

Van Der Klein *et al.* (2017) avaliando a restrição quantitativa sobre o crescimento alométrico em frangos de corte não verificaram efeito da restrição no peso do coração, fígado e gordura abdominal aos 35 dias de idade.

Contrariamente ao resultado do presente estudo, Boostani *et al.* (2010) avaliando o efeito de alguns regimes de restrição alimentar sobre o desempenho, características de carcaça e os valores hematológicos de frangos de corte, observaram que frangos submetidos a restrição em diferentes períodos de idade (7 a 21, 14 a 28 e 21 a 35 d) apresentam resultados de peso de carcaça, peito e gordura abdominal inferior ao tratamento controle (*ad libitum*). Como forma adaptativa da morfologia e fisiologia gastrointestinal em função do estresse ocasionado pelo estado de jejum e, em seguida, a realimentação, os animais aumentaram o peso relativo dos órgãos gastrointestinais (Gonzales *et al.*, 2003).

Os frangos que receberam a dieta à vontade e foram submetidos as restrições quantitativas de 29 a 42 dias e qualitativas de 14 a 28 e de 29 a 42 dias de idade apresentaram

menos peso de gordura abdominal, enquanto os frangos que foram tratados com restrição quantitativa 14 a 28 dias tinha maior gordura na carcaça (Figura 1).

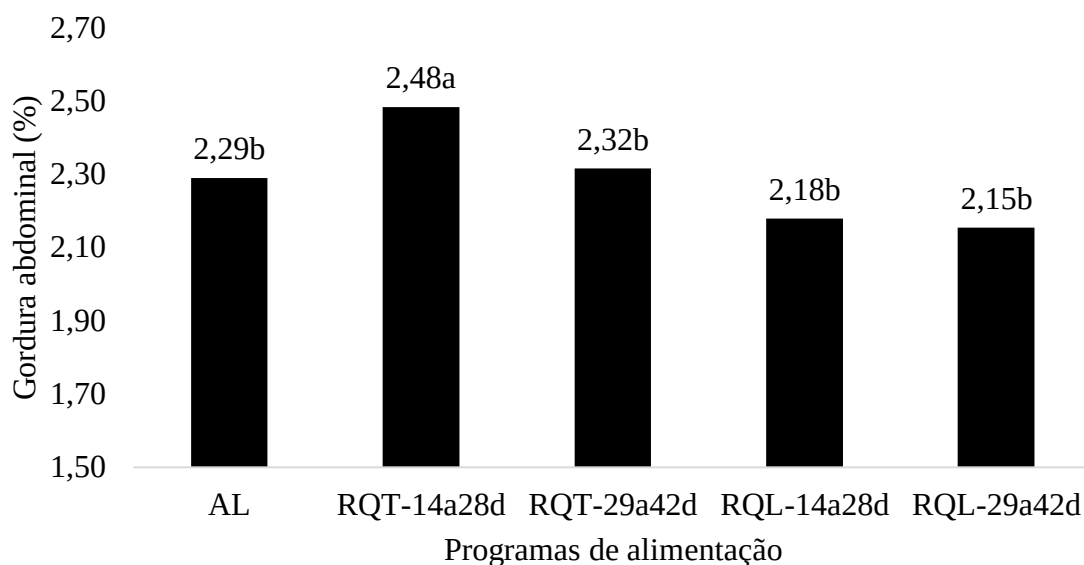


Figura 1. Rendimento da gordura abdominal de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação¹.

^{ab}Médias dentro da coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$);

Valor de $P = 0,0003$; EPM = 0,03; CV (%) = 4,27;

¹Programa 1 (P_1): consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d); P_2 : restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias; P_3 : consumo à vontade de 14 a 28 dias com RQT de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias; P_4 : restrição qualitativa (RQL) em 10% nos níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade e; P_5 : consumo à vontade da DC de 14 a 28 dias com RQL em 10% nos níveis de PB e Aas de 29 a 42 dias de idade.

Os resultados do rendimento da gordura abdominal do grupo de aves que receberam restrição quantitativa de 10 % do consumo à vontade de 29 a 42 dias e, restrição qualitativa de 10% nos teores de PB e Aas de 14 a 28 e 14 a 42 dias de idade estão de acordo com o achado por Boostani *et al.* (2010) e Shabani *et al.* (2015) que não observaram diferenças no peso de gordura abdominal entre os frangos sob restrição alimentar e alimentação *ad libitum*. Discordando com o achado, Jalal & Zakaria (2012) e Mirshamsollahi (2013) determinaram que a restrição alimentar reduziu o peso da gordura abdominal. De acordo com Rosebrough *et al.* (1986), as atividades das enzimas lipogênicas foram deprimidas durante o período de restrição alimentar, atingindo o pico na primeira semana de realimentação e gradualmente diminuíram nas semanas subsequentes.

O aumento do rendimento da gordura abdominal nos frangos sob restrição alimentar quantitativa de 14 a 28 dias de idade, pode explicar o melhor desempenho dos frangos sob restrição alimentar neste mesmo período de avaliação em relação aos demais programas de

alimentação (Tabela 2), sendo mais eficiente no controle do *feedback* que atuam na regulação da ingestão de alimentos, aproveitando as reservas energéticas presente no organismo no momento de escassez de nutrientes.

Shariatmadari & Sahraie (2003) relataram que as aves restritas durante o período de acabamento tinham uma proporção de conversão de proteína superior e uma gordura abdominal inferior em comparação com aves com plena alimentação. Esta é uma indicação de que as aves fizeram melhor uso de proteína consumida para promover o seu crescimento quando confrontados com menor ingestão de proteínas.

Os rendimentos das penas de frangos submetidos aos diferentes programas de alimentação estão representados na Figura 2. Observam-se que os programas de alimentação não afetaram ($P>0,05$) o rendimento das penas dos frangos.

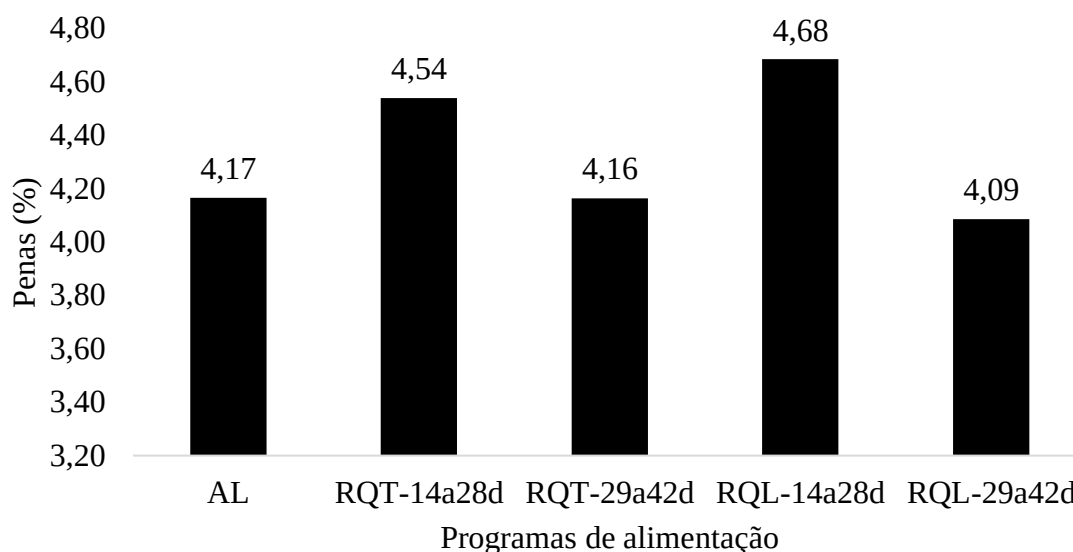


Figura 2. Rendimento das penas de frangos de corte alimentados com diferentes programas alimentar¹.

^{ab}Médias dentro da coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($p<0,05$);

Valor de $P = 0,3853$; EPM = 0,17; CV (%) = 13,13;

¹Programa 1 (P_1): consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d); P_2 : restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias; P_3 : consumo à vontade de 14 a 28 dias com RQT de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias; P_4 : restrição qualitativa (RQL) em 10% nos níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade e; P_5 : consumo à vontade da DC de 14 a 28 dias com RQL em 10% nos níveis de PB e Aas de 29 a 42 dias de idade.

Estes dados corroboram os achados de Coelho (2003) que estudou programas de restrição alimentar (com limitação do consumo em 75% e 85%), e verificou que embora os programas de restrição afetaram os parâmetros de desempenho, o empenamento não foi afetado. Os métodos de restrição alimentar, quantitativo e/ou qualitativo não induziram

carência conjunta de proteína e energia, capaz de causar prejuízo a formação do empenamento das aves. A proteína é determinante no processo de formação ou regeneração das penas e, o aumento de proteína na dieta determina maior crescimento de penas (Twining *et al.*, 1976), ao suprir os aminoácidos sulfurados que participam na constituição da queratina, principal componente proteico da pena (Wheeler & Latshaw, 1981; Champe & Maurice, 1984).

1.3.4. Avaliação econômica dos programas alimentares

Exceto o programa de restrição quantitativo de 14 a 42 dias de idade os frangos dos demais programas de restrição alimentar afetaram negativamente ($P < 0,05$) a análise econômica (Tabela 5).

Tabela 5. Valores econômicos na produção de frangos de corte alimentados com diferentes programas de alimentação

Programa alimentar ¹	RBM ² (R\$/ave)	CMA (R\$/ave)	MBM	RM	IRR	VIAB (%)	IEP
AL-14 a 42 d	7,529 ^A	3,853 ^A	3,676	95,45 ^B	100,00 ^{AB}	98,82	369,21 ^A
RQT-14-28 d	7,378 ^A	3,678 ^B	3,700	100,64 ^A	105,49 ^A	97,65	364,20 ^A
RQT-29-42 d	7,102 ^B	3,622 ^B	3,480	96,05 ^B	100,70 ^{AB}	94,12	327,37 ^B
RQL-14-28 d	7,446 ^A	3,841 ^A	3,605	93,86 ^B	98,38 ^{AB}	94,12	339,40 ^B
RQL-29-42 d	7,511 ^A	3,891 ^A	3,620	93,04 ^B	97,52 ^B	98,82	358,41 ^A
<i>P-value</i>	0,0033	<0,0001	0,0759	0,0102	0,0458	0,1817	0,0004
CV (%)	2,12	1,99	3,35	3,28	4,02	3,92	3,89

^{AB}Médias dentro da coluna diferem entre si pelo teste de SNK ($p < 0,05$)

¹Programa 1 (P₁): consumo à vontade dos 14 aos 42 dias de idade de uma dieta controle (DC) (AL – *ad libitum* – 14 a 28 d); P₂: restrição quantitativa (RQT) de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias e consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₃: consumo à vontade de 14 a 28 dias com RQT de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias; P₄: restrição qualitativa (RQL) em 10% nos níveis de proteína bruta (PB) e aminoácidos essenciais (Aas) de 14 a 28 dias e consumo à vontade de DC de 29 a 42 dias de idade e; P₅: consumo à vontade da DC de 14 a 28 dias com RQL em 10% nos níveis de PB e Aas de 29 a 42 dias de idade.

²Renda bruta média (RBM), custo médio de arração (CMA), margem bruta média (MBM), rentabilidade média (RM), índice relativo de rentabilidade (IRR), viabilidade (VIAB) e índice de eficiência produtiva (IEP).

CV = coeficiente de variação.

O fornecimento à vontade de dieta controle de 14 a 42 dias não alterou o custo médio de arração (CMA) em relação com todos as rações com restrição qualitativa de 14 a 28 e de 29 a 42 dias de idade ($P > 0,05$), mas apresentou CMA superior aos tratamentos de restrição de 10% da dieta controle ($p \leq 0,05$), justificado pela menor ingestão de alimento. A receita bruta média da dieta controle fornecida à vontade de 14 a 42 dias foi superior ($p \leq 0,05$) apenas ao tratamento com restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 29 a 42 dias, 7,529 vs 7,102 R\$/ave.

A rentabilidade média dos frangos submetidos a restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias apresentou maior ($p \leq 0,05$) em relação aos demais tratamentos. Por outro lado, o índice relativo de rentabilidade dos frangos submetidos a restrição quantitativa de 10% do consumo à vontade de 14 a 28 dias apresentou foi maior ($p \leq 0,05$) aos frangos com restrição alimentar qualitativa de 10% da proteína bruta e aminoácidos de 29 a 42 dias, mas, sendo semelhante ($P > 0,05$) aos demais tratamentos.

Os resultados do índice europeu de eficiência produtiva (IEP), parâmetro de referência na análise de eficiência econômica da criação de frangos mostraram melhores resultados para o programa de oferta à vontade da dieta controle ou de restrição quantitativa de 10% da dieta controle de 14 a 28 dias e, os piores foram para restrição quantitativa de 29 a 42 dias e qualitativa de 14 a 28 dias, mas sendo semelhante ($P > 0,05$) aos frangos com restrição qualitativa de 29 a 42 dias de idade.

O índice relativo de rentabilidade e o índice de eficiência produtiva apresentaram resultados semelhantes para os frangos de restrição quantitativa de 10% da dieta controle de 14 a 28 dias e os frangos de consumo à vontade. Sahota & Bhatti (2001) também não observaram diferença significativa na restrição alimentar no custo de ração/dúzia de ovos durante o período de postura. Entretanto, Novel *et al.* (2009) e Hassanien (2011) relataram que o nível de restrição alimentar ocasionou vantagem econômica sobre alimentação *ad libitum*, principalmente através do eficiência da utilização dos nutrientes. Isso denota a possibilidade de aplicar um plano de restrição em fase intermediária de produção, reduzindo custo e evitando problemas ósseos e metabólicos.

1.4. CONCLUSÃO

A redução em 10% do consumo *ad libitum* de 14 a 28 dias é uma alternativa econômica viável para alimentar frangos de corte até 42 dias de idade.

1.5. REFERENCIAIS

- BOOSTANI, A.; ASHAYERIZADEH, A.; MAHMOODIAN, F.H.; KAMALZADEH, A. Comparison of the effects of several feed restriction periods to control ascites on performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.12, n.3, p.170-177, 2010.
- BORTOLUZZI, C.; FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P. *et al.* Quantitative feed restriction from 35 to 42 days of age for broiler chickens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.778-784, 2013.
- BUTZEN, F.M.; RIBEIRO, A.M.L.; VIEIRA, M.M. *et al.* Early feed restriction in broilers. I- Performance, body fraction weights, and meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**, v.22, n.1, p.251- 259, 2013.
- CHAMPE, K.A.; MAURICE, D.V. Plasma sulfur AA in the domestic hen following molt induced by low sodium diet. **Nutrition and Reproduction**, v.30, n.5, p.965–968, 1984.
- COELHO, C.L. **Feathering: an experimental study**. Feathering Manual. Sent Luis, 2003. CD-ROM.
- DUARTE, K.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, L.L. *et al.* Desempenho e morfometria duodenal de frangos de corte submetidos a diferentes níveis de energia e programas de alimentação de 42 a 57 dias de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.2, p.197-204, 2012.
- GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. **Criação de frangos de corte**. Viçosa, MG. Ano 17, n.78, 1996. 18p. (Informe Técnico).
- GONZALES, E.; KONDO, N.; SALDANHA, E.S. *et al.* Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. **Poultry Science**, v.82, n.8, p.1250–1256, 2003.
- GUYTON, A.C., HALL, J.E. **Tratado De Fisiologia Médica**. 9. Ed. Rj. Guanabara Koogan, 1997, pg 808.
- HASSANIEM, H.H.M. Productive performance of broiler chickens as affected by feed restriction systems. **Asian Journal of Poultry Science**, v.5, n.1., p.21-27, 2011.
- JALAL, M.A.R.; ZAKARIA, H.A. The effect of quantitative feed restriction during the starter period on compensatory growth and carcass characteristics of broiler chickens. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.11, n.9, p.719-724, 2012.
- KHETANI, T.L.; NKUKWANA, T.T.; CHIMONYO, M.; MUCHENJE, V. Effect of quantitative feed restriction on broiler performance. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.379–384, 2009.
- MAZZUCO, H.; GUIDONI, A.L.; JAENISCH, F.R. Efeito da restrição alimentar qualitativa sobre o ganho compensatório em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.3, p.543-549, 2000.
- MAZZUCO, H.; JAENISCH, F.R.; GUIDONI, A.L. Efeito da restrição alimentar qualitativa no desempenho, na incidência de distúrbios metabólicos e no rendimento de carcaça em frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1333-1339, 1999.

- MIRSHAMSOLLAHI, AZADEH. Effect of different food restriction on performance and carcass characteristics of arian and ross broiler chicks. **International Journal of Agriculture: Research and Review**, v.3, n.3, p.495-501, 2013.
- NOVEL, D.J.; NG'AMBI, J.W.; NORRIS D.; MBAJIORGU, C.A. Effect of different feed restriction regimes during the starter stage on productivity and carcass characteristics of male and female Ross 308 broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.1, p.35-39, 2009.
- O'SULLIVAN, N.P.; DUNNINGTON, E.A. LARSEN, A.S.; SIEGEL, P.B. Correlated responses in lines of chickens divergently selected for fifty-six-day body weight. I. Growth, feed intake, and feed utilization. **Poultry Science**, v.71, n.4, p.590-597, 1992.
- PELICANO, E.R.L.; BERNAL, F.E.M.; FURLAN, R.L. *et al.* Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar protéica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.57, n.3, p.353-360, 2005.
- RAMOS, K.C.B.T.; GOMES, A.V.C.; LIMA, C.A.R. Desempenho produtivo e econômico de frangos de corte submetidos a programas de restrição alimentar. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.8-16, 2011.
- REZAEI, M.; HAJATI, H. Effect of diet dilution at early age on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chicks. **Italian Journal of Animal Science**, v.9, p.93-100, 2010.
- REZAEI, M.; TEIMOURI, A.; POURREZA, J.; WALDROUP, P.W. Effect of diet dilution in the starter period on performance and carcass characteristics of broiler chicks. **Journal of Central European Agriculture**, v.7, n.1, p.63-70, 2006.
- ROBINSON, F.E.; CLASSEN, H.L.; HANSON, J.A. *et al.* Growth performance, feed efficiency and the incidence of skeletal and metabolic disease in full-fed and feed restricted broiler and roaster chickens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.1, n.1, p.33-41, 1992.
- ROSEBROUGH, R.W.; STEELE, N.C.; McMURTY, J.P.; PLAVNIK, I. Effect of early feed restriction in broilers. II. **Lipid metabolism**, v.50, p.217-227, 1986.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª. Ed. Viçosa: UFV; DZO – Departamento de Zootecnia, 2011, 136p.
- SAHOTA, A.W.; BHATTI, B.M. Effect of feed restriction during growing period on laying performance of white leghorn hens. **Pakistan Veterinary Journal**, v.21, n.3, p.145-147, 2001.
- SAHRAEI, M.; SHARIATMADARI, F. Effect of different levels of diet dilution during finisher period on broiler chickens performance and carcass characteristics. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.4, p.280-282, 2007.
- SALEH, E.A.; WATKINS, S.E.; WALDROUP, A.L. *et al.* Effects of early quantitative feed restriction on live performance and carcass composition of male broilers grown for further processing. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.1, p.87-93, 2005.
- SHABANI, S.; SEIDAVI, A.; ASADPOUR, L.; CORAZZIN, M. Effects of physical form of diet and intensity and duration of feed restriction on the growth performance, blood variables, microbial flora, immunity, and carcass and organ characteristics of broiler chickens. **Livestock Science**, v.180, p.150-157, 2015.

- SHARIATMADARI, F.; SAHRAIE, S.H. Effect of food restriction during the finishing period on the performance of broiler chickens. **British Poultry Science**, v.41, p.S40–S41, 2003.
- SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; DO 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**, v.30, n.6, p.1791-1800, 2001.
- SUSBLIA, J.P.; TARVID, I.C.; GOW, B.; FRANKEL, T. Quantitative feed restriction or meal-feeding of broiler chicks alters functional development of enzymes for protein Digestion. **British Poultry Science**, v.14, p.698- 709, 2003.
- TESFAYE, E.; TAMIR, B.; HAILE, A.; DESSIE, T. Effect of skip-a-day feed restriction on carcass yield characteristics and economic advantages of Rhode Island Red Pullets. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.4, p.849-855, 2011.
- TWINING, P.V.; THOMAS, O.P.; BOSSARD, E.H. The number of feather on the litter, another criterion for evaluating the adequacy of broiler diets. **Poultry Science**, v.55, n.6, p.1200-1207, 1976.
- VAN DER KLEIN, S.A.S.; SILVA, F.A.; KWAKKEL, R.P.; ZUIDHOF, M.J. The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. **Poultry Science**, v.96, p.118-126, 2017.
- WHEELER, K.B.; LATSHAW, T.D. Sulfur amino acid requirements and interactions in broilers during two growth periods. **Poultry Science**, v.60, n.2, p.228-236, 1981.
- YAGOUB, M.Y.; BABIKER, S. Effect of compensatory growth on the performance and carcass characteristics of the broiler chicks. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.7, n.3, p.497-499, 2008.
- ZHAN, X.A.; WANG, M.; REN, H. *et al.* Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.654-660, 2007.
- ZUBAIR, A.K.; LEESON, S. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. **World's Poultry Science**, v.52, p.189-201, 1996.

CAPÍTULO II

Avaliação de diferentes propostas de restrição alimentar diurna para frangos de corte

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPOSTAS DE RESTRIÇÃO ALIMENTAR DIURNA PARA FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se avaliar o efeito da restrição alimentar em dois períodos do dia (manhã e tarde) sobre o desempenho de frangos de corte. Um total de 1.260 frangos de corte, macho da linhagem Cobb 500 “Slow Feathering”[®] foi distribuído em delineamento inteiramente ao acaso, em quatro programas de alimentação com nove repetições de 35 aves. Os programas alimentares (PAs) avaliados foram: P₁ = *Ad libitum* (AL); P₂ = suspensão da oferta diária da ração de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃ = suspensão da oferta diária da ração de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e P₄ = suspensão da oferta diária de ração de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT). Os frangos de corte alimentados AL, RM, RT e RMT tiveram semelhantes peso corporal ($P>0,05$) aos 21, 35 e 42 d, consumo de ração, conversão alimentar em todas as fases e desempenho econômico. Entretanto, o ganho de peso do grupo RMT foi maior ($P<0,05$) em dois períodos de avaliação (35 e 42 d) em relação ao grupo AL. O índice glicêmico (mg/dL de sangue) dos frangos em RML, RM e RL foi sempre menor em comparação aos frangos do AL e, caindo ainda mais durante jejum comparados aos resultados de antes e depois do jejum. Os rendimentos de carcaça, cortes nobres e peso dos órgãos comestíveis foram semelhantes em todos os PAs ($P>0,05$). A RT reduziu o peso da gordura abdominal e das penas ($P<0,05$). Os PAs não afetaram ($P>0,05$) as medidas físicas do fêmur e da tíbia. Os PAs não influenciaram o índice Seedor do fêmur e resistência à quebra dos fêmures e das tíbias ($P>0,05$), mas, o índice Seedor do grupo AL foi menor ($P<0,05$) em relação aos animais dos tratamentos de RMT e RM. O programa restrição alimentar quantitativo de 4 horas (2 h de manhã e 2 h a tarde) melhora o desempenho, qualidade óssea e econômica nos frangos de corte de 8 aos 42 d de idade.

Palavras-chave: índice de eficiência econômica, glicose, realimentação, resistência óssea.

EVALUATION OF DIFFERENT PROPOSALS FOR DIURNAL FEED RESTRICTION IN BROILERS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the feed restriction effect in two periods (morning and afternoon) on the performance of broilers. A total of 1,260 male broilers (Cobb 500, Slow Feathering®) was distributed in a completely randomized design in four feeding programs with nine replicates of 35 broilers each. The following feeding programs (FP) were evaluated: P_1 = *ad libitum* (AL), P_2 = suspension of the daily feed supply in the morning from 06:00h to 08:00h, P_3 = suspension of the daily feed supply in the afternoon from 01:00h to 03:00h and P_4 = suspension of the daily feed supply in the morning from 06:00h to 08:00h and in the afternoon from 01:00h to 03:00h. Broilers subjected to AL, restriction in the morning (RM), restriction in the afternoon (RA), and restriction in the morning and afternoon (RMA) had similar body weight ($P>0.05$) at 21, 35 and 42 days old (d), and similar feed intake, and feed conversion at all stages and economic performance. However, weight gain in the RMA group was higher ($P<0.05$) in two evaluation periods (35 and 42 days old) in comparison with the AL group. The glycemic index (mg/dL of blood) was lower in broilers subjected to RMA, RM, and RA than in those subjected to AL, and even lower during fasting compared to the results obtained before and after fasting. Carcass yield, noble cuts, and weight of edible organs were similar in all feeding program ($P>0.05$). RA reduced the weight of abdominal fat and feathers ($P<0.05$). The FP had no effect ($P>0.05$) in the femur and the tibia physical measurements. The FP had no influence in the Seedor index of the femur and bone resistance to breakage of femur and tibia ($P>0.05$). However, the Seedor index was lower ($P<0.05$) in the AL group than in the animals subjected to the RMA and RM treatments. The quantitative feed restriction program of 4 hours (2 h in the morning plus 2 h in the afternoon) improves performance and bone and economic quality in broilers from 8 to 42 days old.

Keywords: Bone strength, glucose, index of economic efficiency, refeeding.

2.1. INTRODUÇÃO

A cadeia produtiva dos frangos demanda estratégias inovadoras que estimulem o desempenho das aves, acompanhado da máxima produção de carne magra com menor custo de produção, baixa mortalidade e de incidência de distúrbios metabólicos que interferem no bem-estar das aves. Portanto, o desenvolvimento de métodos de restrição alimentar pode ser uma alternativa para máxima produção de carne com melhor eficiência econômica.

A restrição alimentar é uma prática de manejo que tem por objetivo reduzir o consumo de ração e o custo de alimentação por um determinado período, sem afetar a taxa de ganho de peso (Rosa *et al.*, 2000). Esta prática promove o ganho compensatório em aves (Novel *et al.*, 2009) e resulta numa maior eficiência de utilização dos nutrientes.

O método de restrição alimentar melhora a conversão alimentar (Tolkamp *et al.*, 2005; Zhan *et al.*, 2007), reduz a incidência de doenças metabólicas e a deposição de gordura na carcaça de frangos de corte (Yu & Robinson, 1992), considerando que a oferta *ad libitum* de ração aumenta a taxa de crescimento, mas também, aumenta a incidência de distúrbios metabólicos como a ascite, síndrome da morte súbita e problemas esqueléticos (Yu & Robinson, 1992; Garner *et al.*, 2002).

O rápido crescimento é acompanhado pelo aumento de anormalidades no tecido esquelético em frangos, principalmente dos ossos longos como fêmur e tíbia (Leach & Lilburn, 1993; Sullivan, 1994). A atenuação da ocorrência destes problemas é de interesse de produtores e de consumidores por envolver o bem-estar animal e elevadas perdas econômicas (Araújo *et al.*, 2011). Ainda não existe uma padronização de práticas de aplicação dos métodos de restrição alimentar, sendo mais utilizados a restrição por tempo (Maheri-Sis *et al.*, 2011), pela suspensão do programa de luz (Religious *et al.*, 2001), pela diluição da dieta (Zubair & Lesson, 1996), e pelos métodos químicos e quantitativos (Zhan *et al.*, 2007; Maheri-Sis *et al.*, 2011) com resultados controversos.

Considerando os resultados inconsistentes entre os diferentes programas de restrição alimentar em frangos de corte este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de novas propostas de restrição alimentar de curta duração sobre o desempenho de frangos de corte.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1. Local

O experimento foi conduzido no aviário do Laboratório de Avicultura do Departamento de Ciência Animal do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, *Campus III*, no município de Bananeiras, sob as coordenadas 6°45'00'' de latitude sul e 35°38'00'' de longitude oeste, a uma altitude de 520 m acima do nível do mar, no período de 05 de março a 09 de abril de 2016.

A metodologia experimental foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA da UFPB e registrado sob número de protocolo 077/2015.

,

2.1.2. Aves e programas de alimentação

Foram distribuídos 1.260 pintos de corte, macho da linhagem Cobb 500 “Slow Feathering”[®], no período de oito a 42 dias de idade com peso vivo médio de 185±2 g, em delineamento inteiramente casualizado, pesados e distribuídos em quatro tratamentos experimentais, com nove repetições de 35 aves.

Os quatro programas alimentares foram os seguintes:

Programa 1 – Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL);

Programa 2 – Suspensão da oferta diária de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM);

Programa 3 – Suspensão da oferta diária de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT);

Programa 4 – Suspensão da oferta diária de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e das 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT).

A dieta basal (Tabela 1) foi formulada para atender as exigências dos frangos para crescimento normal segundo Rostagno *et al.* (2011). Antes do período de restrição alimentar, as aves receberam água e ração *ad libitum* e o manejo foi realizado de acordo com o Manual da Linhagem Cobb (2012).

Aos oito dias de idade, as aves foram transferidas para os 36 boxes medindo 2,00 x 1,70 m (3,4 m²) com paredes divisórias em tela com abertura de malha à prova de pássaros e piso coberto com cama de maravalha. Cada box foi equipado com um comedouro tubular e um bebedouro pendular. A área experimental está instalada num galpão de alvenaria com

cortinas laterais, ventiladores e nebulizadores, utilizados para ajustar a temperatura e umidade relativa do ar.

Tabela 1. Composição percentual das dietas experimentais¹ para frangos de corte nas fases inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias)

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Inicial	Crescimento	Final	
Milho em grão	56,984	59,970	64,214	
Farelo de soja	35,976	32,397	28,534	
Óleo de soja	3,259	4,179	4,105	
Fosfato bicálcico	1,555	1,334	1,123	
Calcário calcítico	0,934	0,879	0,787	
DL-metionina	0,307	0,289	0,268	
L-lisina HCL	0,235	0,235	0,261	
L-treonina	0,073	0,065	0,069	
Sal comum	0,482	0,457	0,445	
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,060	
Premix vitamínico ²	0,050	0,050	0,050	
Premix mineral ³	0,050	0,050	0,050	
BMD ⁴	0,015	0,015	0,015	
Anticoccidiano ⁵	0,010	0,010	0,010	
Antioxidante ⁶	0,010	0,010	0,010	
Total	100,000	100,000	100,000	
Composição Nutricional	Unidade			
Proteína Bruta	%	21,200	19,800	18,400
EMAn (Mcal/kg)	Mcal/kg	3.050	3.150	3.200
Lisina digestível	%	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,588	0,554	0,519
Met+Cis digestível	%	0,876	0,826	0,774
Treonina digestível	%	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,237	0,218	0,198
Cálcio	%	0,841	0,758	0,663
Fósforo disponível	%	0,401	0,354	0,309
Sódio	%	0,210	0,200	0,195
Potássio	%	0,824	0,767	0,708
Cloro	%	0,394	0,379	0,378
Balanço Eletrolito	mEq/kg	191	176	159

¹Recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2011);

²Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 6.800.000 UI; vitamina D3 1.500.000 UI; vitamina E 12.000 UI; vitamina K3 1.600 mg; vitaminas B1 1.000 mg; vitamina B2 4.000 mg; vitamina B6 2.000 mg; vitamina B12 10.000 mg; ácido fólico 700 mg; ácido pantotênico 10 g; biotina 15 mg; niacina 30 g; BHT 1.000 mg. ³Níveis de garantia por kg do produto: Cobre 20 g; ferro 96 g; iodo 1.400 mg; manganês 156 g; selênio 500 mg; zinco 110 g; ⁴Bacitracina metileno disalicilato; ⁵Coxistac® (Salinomycin) - 12% granular; ⁶Santoquim®.

Foi adotado um programa de luz contínuo durante todo o período experimental, utilizando-se lâmpadas incandescentes de 100 watts de forma a fornecer 22 lúmens/m². Um termohigrômetro digital foi utilizado para aferição e registro da temperatura e umidade

relativa do ar de oito horas da manhã e 15 horas da tarde que foram, respectivamente, de $29,9 \pm 2,2^\circ\text{C}$ e $68,6 \pm 6,7\%$.

2.2.3. Medidas de desempenho

Ao final do período experimental, as sobras de rações e os frangos foram pesados, para avaliação do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras, o ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso dos frangos no final e inicial; enquanto que, a conversão alimentar foi calculada pela divisão do consumo de ração pelo ganho de peso.

2.2.4. Característica de carcaça

Aos 42 dias de idade, um total de 72 animais, sendo dois por parcela e 18 por tratamento foram selecionados com base no peso médio e submetido a jejum de sólidos de oito horas a fim de limpar o trato digestivo. Após o jejum, as aves foram pesadas individualmente, insensibilizadas por eletronarcole e, posteriormente, sacrificadas e evisceradas para obtenção do peso da carcaça, dos cortes nobres (peito, coxa, sobrecoxa e asas), órgãos comestíveis e da gordura abdominal.

Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada, sem cabeça, pernas e pés em relação ao peso vivo após jejum, enquanto, os rendimentos dos cortes (peito, coxa, sobrecoxa e asas) e dos órgãos comestíveis (moela, fígado e coração) foram calculados dividindo-se o peso individual de cada corte e/ou órgão pelo peso da carcaça.

2.2.5. Amostragem de sangue

A determinação da glicemia dos frangos foi realizada aos 42 dias de idade, em amostras de sangue de duas aves por unidade experimental, totalizando 18 animais por tratamento. As amostras de sangue das aves de todos os tratamentos foram colhidas, após punção da crista com agulha, em tiras do kit teste Monitor de Glicemia Contour[®] Ts Bayer. Nas aves em regime de restrição alimentar as amostras de sangue foram colhidas em intervalos de duas horas antes, durante e depois da restrição alimentar, 05h50min; 07h50min e 09h50min, respectivamente.

2.2.6. Parâmetros físicos do osso

Aos 42 dias de idade, um total de 36 animais, sendo um por parcela e nove por tratamento foram selecionados, sacrificado e depois retirados os ossos dos fêmures e das tíbias, direita e esquerda, sendo identificadas e em seguida congeladas a -20°C para a realização das análises posteriores. A tíbia e o fêmur foram os ossos escolhidos por serem os mais longos e mais sujeito a rupturas (estresse motor) do esqueleto, além de serem retirados com maior facilidade.

Para a realização da desossa, os fêmures e tíbias foram descongelados em geladeira à 4 °C por 24 horas. Em seguida, foram pesados, identificados e mergulhados em água fervente por aproximadamente 10 minutos. As desossas foram realizadas com auxílio de um bisturi, conforme metodologia descrita por Bruno (2002).

As pesagens dos fêmures e tíbias foram realizadas utilizando uma balança eletrônica com precisão de ($g \pm 0,001$) da marca GEHAKA - Modelo AG-200, e as medições do comprimento ($1 \text{ mm} \pm 0,01$) do osso e o diâmetro da epífise proximal e distal, bem como da diáfise dos respectivos tratamentos foram feitas com o auxílio de um paquímetro digital da marca Digimess, com precisão de $1 \text{ mm} \pm 0,01$.

2.2.7. *Índice Seedor*

Após as análises físicas dos ossos, os mesmos valores de comprimento e pesos do fêmur e da tíbia foram usadas para determinar a densidade óssea (mg/mm) pelo método indireto de índice Seedor (Seedor, 1993) onde: $IS = \text{peso do osso} \div \text{comprimento do osso}$.

2.2.8. *Resistência à quebra do osso*

Após a determinação do índice Seedor, as tíbias foram submetidas à análise de resistência à quebra (kgf/cm^2) no aparelho universal de teste TA.XT Plus (Texture Analyzer Stable Micro Systems, Surrey, UK) com célula de carga de 50 kg a velocidade de 50 mm/min, o acessório para fratura 3 POINT BEND RIG (HDP/3PB), Stable Micro Systems, foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise fosse de 3,0 cm (Park *et al.*, 2003).

2.2.9. *Análise de viabilidade econômica e índice de eficiência produtiva*

A viabilidade econômica das rações foi avaliada considerando o impacto financeiro da restrição alimentar nas fases de criação sobre as variáveis de desempenho e rendimento de carcaça. Os índices econômicos foram calculados conforme metodologia descrita por Ramos *et al.* (2011) considerando: o Custo Médio da Ração (CMR) = ração consumida x preço de ração; Receita Média Bruta (RMB) = quantidade de quilograma de frango

produzida x preço do frango vivo; Margem Bruta (MB) = receita média bruta – custo médio da ração; Índice de Rentabilidade (IR) = margem bruta ÷ custo médio da ração e Índice Relativo de Rentabilidade (IRR) = renda média do tratamento testado ÷ renda média do tratamento controle x 100.

Além disso, foi calculado o índice de eficiência produtiva (IEP) de acordo com Gomes *et al.* (1996) que foi expresso pela seguinte equação: $IEP = [(peso\ vivo\ médio\ das\ aves\ (g) \times viabilidade\ das\ aves\ (\%)) \div (idade\ das\ aves\ (dias) \times conversão\ alimentar\ (g/g))] \times 100$. Os preços dos ingredientes utilizados para elaboração da análise econômica foram provenientes de consulta ao mercado paraibano, assim como, o preço do frango vivo, enquanto que os aminoácidos foram obtidos de empresas fornecedoras, considerando a cotação do dólar.

2.2.10. Análises estatística

Os dados colhidos ao final de cada fase foram tabulados para posterior análise estatística utilizando-se o programa computacional Software “*Statistical Analysis System*” (SAS, 2009). Os dados referentes ao desempenho e rendimento de carcaça foram analisados pelo teste Tukey e os dados de qualidade óssea pelo teste Duncan em nível 5% de probabilidade. O modelo estatístico foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = é a i-ésima observação referente a j-ésima repetição, $j = 1, 2, \dots, J$ ($J = 9$); μ = média geral; t_i = efeito do i-ésimo tratamento, $i = 1, 2, \dots, I$ ($I = 4$); e_{ij} = erro experimental suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído.

Os dados percentuais de mortalidade (X) foram transformados em $(X+0,50)^{0,5}$ antes da ANOVA para homogeneização da variância e normalização dos dados, segundo Bartlett (1947).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.3.1. Desempenho

O consumo de ração, o peso corporal e a conversão alimentar não foram influenciados pelos programas de alimentação ($P>0,05$), porém o ganho de peso de 8 a 35 dias ($p\leq 0,05$) e novamente o ganho de peso de 8 a 42 dias ($p\leq 0,05$) foram afetados pelos os programas de alimentação (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre o desempenho de frangos de corte de acordo com o período de avaliação

Período	Programas de alimentação ¹				EPM	Valor de P	CV (%)
	Ad libitum	Tempo de restrição à ração					
		2 h (M)	2 h (T)	4 h (MT)			
Consumo de Ração (g)							
8-21 d	1.167,84±21	1.165,63±21	1.167,18±23	1.152,45±35	4,24	0,5495	2,22
8-35 d	3.273,87±48	3.315,80±40	3.272,23±60	3.310,29±41	8,34	0,1172	1,45
8-42 d	4.341,71±92	4.382,46±65	4.315,92±90	4.398,90±79	13,76	0,1251	1,81
Peso Corporal (g)							
21 d	1.088,42±12	1.085,60±22	1.086,08±9	1.084,71±7	2,21	0,9488	1,27
35 d	2.361,55±60	2.385,05±40	2.374,75±44	2.405,42±56	8,48	0,3206	2,12
42 d	2.921,83±64	2.921,19±85	2.914,35±55	2.939,89±104	12,77	0,9161	2,72
Ganho de Peso (g)							
8-21 d	872,75±17	874,90±14	884,60±12	873,85±37	3,67	0,6646	2,56
8-35 d	2.126,92±50 ^B	2.178,68±29 ^A	2.164,87±44 ^{AB}	2.188,64±41 ^A	7,75	0,0201	1,93
8-42 d	2.674,96±55 ^B	2.725,07±47 ^{AB}	2.711,50±47 ^{AB}	2.750,96±56 ^A	9,50	0,0317	1,92
Conversão Alimentar (g/g)							
8-21 d	1,338±0,02	1,333±0,03	1,319±0,02	1,320±0,04	0,005	0,3531	2,05
8-35 d	1,540±0,03	1,522±0,01	1,512±0,02	1,513±0,02	0,004	0,0459	1,25
8-42 d	1,623±0,03	1,608±0,02	1,603±0,02	1,599±0,02	0,004	0,1379	1,42

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P>0,05$);

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT); EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

A falta do efeito do consumo de ração dos frangos sob restrição alimentar foi em função da curta duração na metodologia de suspensão de ração que varia de duas a quatro horas em relação ao grupo *ad libitum*. Este resultado discorda daqueles de Sahraei & Shariatmadari (2007) que encontraram maior consumo de ração para os frangos submetidos a restrição alimentar. Segundo Guyton & Hall (1997), quando a disponibilidade dos nutrientes diminui, o animal automaticamente aumenta a ingestão de alimento provocada pelos estímulos do centro da fome no hipotálamo lateral.

Os frangos submetidos a restrição alimentar de 4 horas (MT) e 2 horas (manhã) apresentaram maior ganho de peso ($p \leq 0,05$) nos períodos de 8 a 35 dias em relação aos frangos que receberam o regime de alimentação à vontade, sem diferir dos frangos mantidos sob restrição alimentar de 2 horas à tarde ($P > 0,05$) e, de 8 a 42 dias o ganho de peso dos frangos submetidos da restrição alimentar de 4 horas (MT) foi maior ($P = 0,0317$) em relação aos frangos que receberam o regime de alimentação à vontade, sem diferir dos frangos mantidos nos outros métodos de restrição alimentar ($P > 0,05$). A restrição alimentar de curta duração nos períodos de manhã e tarde avaliada neste trabalho parece estimular mais o ganho de peso dos frangos que o tradicional consumo *ad libitum*. Este resultado corrobora estudos anteriores (Demir *et al.*, 2004, Butzen *et al.*, 2013 e Rahimi *et al.*, 2015) que avaliaram restrições alimentar por períodos mais longos de tempo. Entretanto, Saleh *et al.* (2005) e Mohebodini *et al.* (2009) não constataram recuperação no peso dos frangos submetidos a diferentes tipos de restrição alimentar.

A conversão alimentar dos frangos do tratamento *ad libitum* foi semelhante àquelas dos frangos recebendo os programas de restrição alimentar. Semelhantes resultados foram descritos por Novel *et al.* (2009), Sahraei & Hadloo (2012) e Mirshamsollahi (2013), enquanto, Saleh *et al.* (2005) e Jalal & Zakaria (2012) encontraram melhor conversão alimentar para os frangos mantidos sob restrição alimentar.

Apesar da conversão alimentar não haver diferença entre os tratamentos, os frangos sob restrição ao tempo de oferta de ração de 4 e 2 horas pela tarde ou manhã apresentaram eficiência de aproximadamente 1,5; 1,2 e 0,9% melhor que os animais com alimentação *ad libitum*. Segundo Furlan *et al.* (2002), a disponibilidade de nutrientes favorece o desenvolvimento das funções secretoras e absorptivas do trato gastrointestinal, contribuindo para o melhor aproveitamento dos nutrientes. Sugerindo que os frangos podem ter apresentado uma adaptação ao tempo de restrição da ração, forçando o aumento do consumo de ração (1,32 e 0,94%) minutos antes da suspensão da oferta de ração (Tabela 2).

Segundo Yu & Robinson (1992), frangos com menor peso corporal apresentam exigências de manutenção reduzidas e podem direcionar mais nutrientes para o crescimento no período de alimentação *ad libitum* subsequente, resultando em uma diminuição da conversão alimentar. Além disso, Romero *et al.* (2009) mostraram que a ingestão reduzida de ração resulta em energia reduzida alocada à manutenção, provavelmente por causa da termogênese induzida pela dieta reduzida.

2.3.2. Índice de glicose

As concentrações de glicose em frangos aos 42 dias de idade foram afetadas ($p \leq 0,001$) pelos programas de alimentação (Figura 1) e os períodos de coleta (Figura 2).

O nível de glicose foi superior para os frangos que receberam ração à vontade comparado aos frangos sob restrição alimentar de 4 h diária (2 h de manhã e 2 h tarde). Resultado contrário foi observado por Mohebodini *et al.* (2009), que não encontraram variação da concentração de glicose em frangos sob restrição alimentar e alimentação *ad libitum*.

Os frangos do programa de restrição alimentar 2 h a tarde (RT) apresentaram concentração de glicose inferior ($p \leq 0,0001$) aos frangos dos outros programas de restrição alimentar.

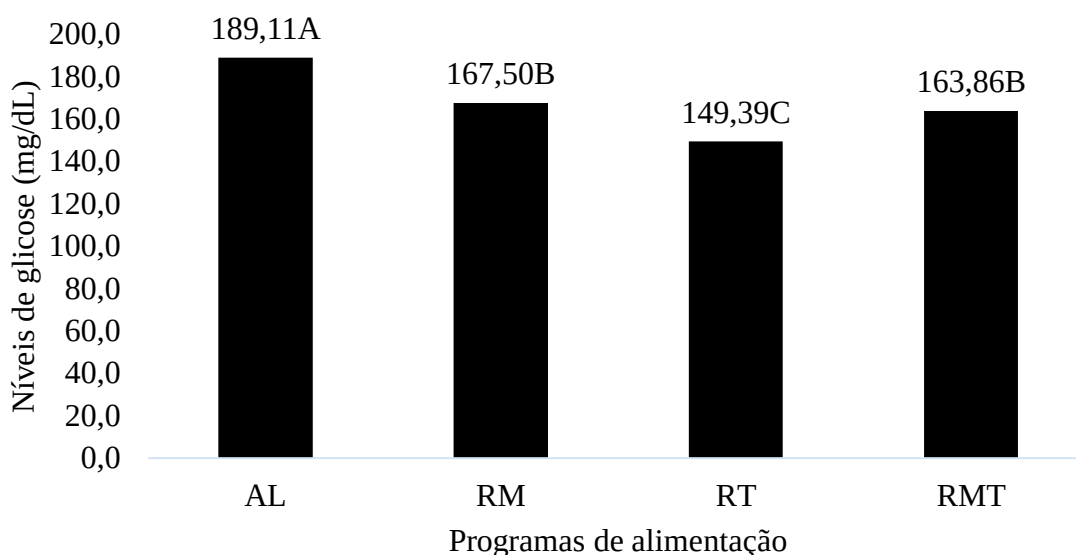


Figura 1. Níveis de glicose de frangos alimentados com diferentes programas de alimentação¹.

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$);

Valor de $P = < 0,0001$; EPM = 2,04; CV (%) = 8,23;

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT);

Houve aumento ($p \leq 0,0001$) dos níveis de glicose no sangue após o jejum comparado com a coleta antes e durante a restrição alimentar, mostrando que a restrição continua de ração é condição indispensável à manutenção dos níveis de glicemia sérica de glicose em frangos (Figura 2). Este resultado concorda com o obtido por Zhan *et al.* (2007). Ao contrário, Rajman *et al.* (2006), Chen *et al.* (2012) e Shabani *et al.* (2015) relataram que os frangos mantem o nível de glicose estável durante o jejum.

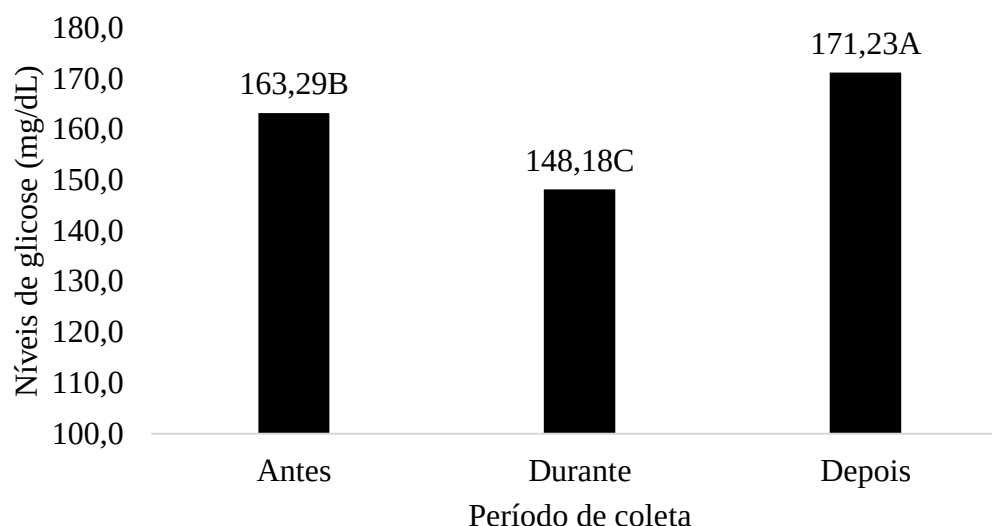


Figura 2. Níveis de glicose em função ao período de coleta dos frangos sob restrição alimentar.

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P > 0,05$); Valor de $P = < 0,001$; EPM = 2,04; CV (%) = 8,23

Durante o jejum, os níveis séricos de glicose declinaram por que a mesma é utilizada pelas células como fonte de energia e seu aporte intestinal está reduzido (Dalla Costa *et al.*, 2008). Num primeiro momento, no intuito de tentar manter estáveis os níveis séricos de glicose, o pâncreas estimula a liberação do hormônio glucagon que promove a quebra do glicogênio hepático, elevando assim os níveis séricos de glicose (Bertol *et al.*, 2005), mas como a reserva de glicogênio hepático é limitada e exaure-se rapidamente os níveis séricos de glicose logo declinam.

2.3.3. Rendimento de carcaça e cortes nobres e peso da gordura e penas

Os rendimentos de carcaça e cortes nobres dos frangos de corte aos 42 dias de idade não apresentaram diferenças dos programas de alimentação ($P > 0,05$). Por outro lado, os pesos da gordura abdominal foram influenciados ($p \leq 0,05$) pelos programas de alimentação (Tabela 3).

Os resultados de rendimento de carcaça e dos cortes nobres mostraram que os programas de restrição alimentar não afetam os componentes da carcaça de frangos. Os resultados deste trabalho parecem indicar que a restrição alimentar de curta duração melhora o desempenho dos frangos mais pela melhoria da eficiência alimentar e menos pelo ganho compensatório, o que é diferente das restrições alimentares de longo prazo o que por ser mais severas que tendem a estimular o ganho compensatório dos frangos (Teimouri *et al.*,

2005; Zhan *et al.*, 2007; Tesfaye *et al.*, 2011; Jalal & Zakaria, 2012 e Bortoluzzi *et al.*, 2013). Ocak & Sivri (2008) relataram que durante o período de realimentação os componentes da carcaça respondem mais rapidamente a realimentação do que o corpo inteiro.

Tabela 3. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre o rendimento de carcaça e cortes nobres e do peso de gordura e penas de frangos de corte aos 42 dias

Parâmetros	Programas de alimentação ¹				EPM	Valor de P	CV (%)
	<i>Ad libitum</i>	Tempo de restrição à ração					
		2 h (M)	2 h (T)	4 h (MT)			
Carcaça (%)	82,50±2,4	82,15±1,9	83,67±1,3	84,25±1,8	0,34	0,1699	2,25
Peito (%)	38,21±2,0	38,80±3,2	37,10±2,1	38,78±0,6	0,37	0,8731	5,63
Coxa (%)	11,03±0,4	11,60±0,6	11,41±0,7	10,89±0,5	0,11	0,0552	4,93
Sobrecoxa (%)	12,07±0,4	12,63±0,9 ^a	12,59±0,7	13,01±0,8	0,14	0,1054	5,83
Asa (%)	9,06±0,6	9,08±0,6	8,92±0,5	9,66±0,9	0,12	0,1515	7,28
Gordura (g)*	38,67±4,8 ^A	32,50±4,8 ^B	33,00±3,3 ^B	35,83±3,7 ^{AB}	0,83	0,0486	6,00

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05);

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT);

*Dados transformados (x^{0,5}); EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

O peso da gordura abdominal do grupo de frangos alimentados *ad libitum* foi maior (p≤0,05) em comparação com os frangos submetidos ao jejum de 2 h, independentemente, do turno que a suspensão da oferta de ração foi aplicada. Estes resultados concordam com aqueles de Cornejo *et al.* (2007), Yang *et al.* (2009), Jalal & Zakaria (2012) e Mirshamsollahi (2013). Este fato pode ser explicado pelo aumento de genes acetil-CoA carboxilase (ACC), ácido graxo sintase (FAZ), estearoil-CoA dessaturase-1 (SCD1) e proteína ligadora de ácidos graxos (FABP) nos fígados de frangos com alimentação *ad libitum* em comparação a restrição alimentar (Richards *et al.*, 2003). Como o principal modo de regulação da lipogênese hepática pelo estado nutricional é ao nível da transcrição gênica (Hillgartner *et al.*, 1995), isso poderia sinalizar uma maior taxa de lipogênese nas aves *ad libitum* neste momento (Richards *et al.*, 2003).

Por outro lado, Rosebrough *et al.* (1986) as atividades das enzimas lipogênicas ficam deprimidas durante o período de restrição alimentar e atingem o pico de atividade na primeira semana de realimentação, diminuindo gradualmente para níveis inferiores em relação as aves de oferta de ração *ad libitum* nas semanas subsequentes. Desta forma, os métodos da restrição alimentar tendem a melhorar a qualidade de carcaça com a redução da deposição de gordura (Zhan *et al.*, 2007).

2.3.4. Peso dos órgãos comestíveis

Os pesos dos órgãos de frangos de corte aos 42 dias de idade não foram afetados ($P>0,05$) pelos programas de alimentação (Tabela 4). Resultados semelhantes foram colhidos por Novel *et al.* (2009) e Hassanien (2011), que não observaram diferenças significativas no peso do coração e fígado entre os grupos de frangos submetidos a restrição alimentar comparado aos frangos de alimentação *ad libitum* de ração. Ao contrário, Tesfaye *et al.* (2011) e Jalal & Zakaria (2012), observaram diferenças no peso do fígado entre aves com restrição alimentar e aves do tratamento *ad libitum*.

Tabela 4. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre peso dos órgãos comestíveis de frangos de corte aos 42 dias

Programas de alimentação ¹	Coração (g)	Moela (g)	Fígado (g)
1 - <i>Ad libitum</i>	11,13±1,0	38,50±4,7	40,00±2,3
2 - Restrição de 2 h (M)	10,00±0,8	40,25±5,9	40,13±5,3
3 - Restrição de 2 h (T)	11,75±2,2	42,69±3,2	37,25±3,0
4 - Restrição de 4 h (MT)	10,88±1,4	42,63±3,9	38,25±2,9
EPM	0,3	0,8	0,6
Valor de P	0,1285	0,2123	0,3202
CV (%)	13,07	11,14	9,19

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ($P>0,05$);

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT); EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

Van Der Klein *et al.* (2017), avaliando o efeito da restrição alimentar durante a segunda (90, 80 e 70% do alimento *ad libitum*) e terceira (90, 85 e 80% do alimento *ad libitum*) semanas de idade em frangos do sexo misto também não verificaram diferença significativa dos tratamentos de restrição alimentar no musculo do peito, gordura abdominal, coração, pernas e fígado aos 35 dias de idade.

2.3.5. Medidas físicas do osso do fêmur e tíbia de frangos

Não houve ($P>0,05$) efeito dos programas de alimentação nos parâmetros físicos do osso do fêmur e tíbia de frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 5).

Estes resultados confirmam que os métodos de restrição alimentar não afetaram o crescimento e a mineralização normal do fêmur e tíbia dos frangos. Pelicano *et al.* (2005)

Tabela 5. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre as medidas físicas do osso de frangos de corte aos 42 dias

Parâmetros	Programas de alimentação ¹				EPM	Valor de P	CV
	Ad libitum	Tempo de restrição ao acesso a ração					(%)
		2 h (M)	2 h (T)	4 h (MT)			
		Fêmur					
Peso (mg)	13,29±0,9	13,71±1,0	13,51±1,2	13,97±0,8	0,2	0,5502	7,06
Comprimento (mm)	79,89±2,8	79,43±1,8	78,64±3,6	80,04±2,1	0,5	0,7167	3,34
Diâmetro da epífise proximal (mm)	21,84±0,6	22,96±3,4	21,19±1,7	20,26±2,2	0,4	0,1237	10,27
Diâmetro da diáfise (mm)	10,57±0,4	10,77±0,9	10,15±0,8	10,15±0,5	0,1	0,1813	6,42
Diâmetro da epífise distal (mm)	22,87±1,7	23,67±0,7	22,21±1,0	22,65±1,4	0,2	0,1479	5,45
		Tíbia					
Peso (mg)	17,83±1,4	18,67±1,4	18,90±2,0	18,82±0,3	0,2	0,4133	7,54
Comprimento (mm)	112,77±2,8	110,58±3,2	110,78±3,6	109,52±1,1	0,5	0,1724	2,59
Diâmetro da epífise proximal (mm)	27,73±0,8	26,85±1,1	27,49±0,9	26,79±0,5	0,2	0,0733	3,03
Diâmetro da diáfise (mm)	8,58±0,8	8,79±0,5	8,66±0,7	8,63±0,9	0,1	0,9502	8,69
Diâmetro da epífise distal (mm)	20,58±0,7	20,36±1,0	19,95±0,6	19,48±1,5	0,2	0,1556	4,97

^{a,b}Médias seguidas de letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Duncan (P>0,05).

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT);

EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

não verificaram diferenças estatísticas no diâmetro e comprimento do fêmur em frangos no período final (29 a 42 dias) com a restrição energética e proteica. Contrariando este resultado, Van Wyhe *et al.* (2014) observaram o fêmur de perus sob restrição alimentar de 60% da proteína e da energia ficou mais compridos comparado ao grupo de perus que receberam alimentação *ad libitum*. Bruno *et al.* (2000) relataram que a restrição alimentar qualitativa reduziu o crescimento e a largura dos ossos longos dos frangos, sem afetar o seu peso.

De forma geral, o método de restrição alimentar empregado no presente estudo, provam que o período do dia e o curto tempo de duração da restrição alimentar não provocam desnutrição nos frangos, considerando que a desnutrição afetaria o crescimento e a mineralização óssea. Segundo Bonjour (2005), a privação de alimento no período pós-natal pode comprometer permanentemente a estrutura esquelética. Entretanto, alguns autores relatam que a restrição alimentar (Even-Zohar *et al.*, 2008) em período curto de jejum (Heinrichs *et al.*, 1997; Farnum *et al.*, 2003) em animais jovens ocasiona danos sobre a morfologia da placa epifisária e comprometem o crescimento ósseo longitudinal (Heinrichs *et al.*, 1997; Farnum *et al.*, 2003; Even-Zohar *et al.*, 2008).

2.3.6. Medidas biomecânicas do osso do fêmur e tíbia de frangos

Os programas de alimentação não afetaram o índice Seedor do fêmur e resistência à quebra do fêmur e da tíbia ($P>0,05$). Por outro lado, o índice de Seedor da tíbia foram afetados ($p\leq 0,05$) pelos os programas de restrição alimentar em frangos de corte aos 42 dias de idade (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito de diferentes programas de alimentação sobre as medidas biomecânicas dos fêmures e tíbias de frangos de corte aos 42 dias

Programa de alimentação ¹	Fêmur		Tíbia	
	IS (mg/mm)	RO (kgf/cm ²)	IS (mg/mm)	RO (kgf/cm ²)
1 - <i>Ad libitum</i>	0,166±0,01	35,08±0,93	0,158±0,01 ^B	42,64±2,99
2 - Restrição de 2 h (M)	0,173±0,01	24,88±0,84	0,169±0,01 ^{AB}	42,85±1,95
3 - Restrição de 2 h (T)	0,172±0,01	32,42±1,43	0,170±0,01 ^A	43,50±6,83
4 - Restrição de 4 h (MT)	0,175±0,01	36,26±2,01	0,172±0,01 ^A	43,86±5,87
EPM	0,002	0,83	0,002	0,82
Valor de P	0,3674	0,4260	0,0269	0,4260
CV (%)	5,70	4,44	3,59	4,44

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ($P>0,05$).

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT);

²IS = índice de Seedor, RO = resistência óssea; EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

A restrição alimentar não afetou ($P>0,05$) a resistência à quebra dos ossos dos frangos. Discordando dos resultados de Bruno *et al.* (2000) que verificaram maior resistência óssea nos animais submetidos a restrição alimentar quantitativa em diferentes temperaturas.

Resultados de trabalhos com restrição alimentar com ratos mostraram que a restrição alimentar causou uma baixa resistência óssea e menor comprimento dos ossos curtos acompanhado do decréscimo na velocidade de formação óssea, aumento da reabsorção e diminuição do volume do tecido osso trabecular durante o crescimento rápido do esqueleto (Devlin *et al.*, 2010).

O índice Seedor da tíbia de frangos alimentados com os programas de restrição alimentar por 4 h (manhã e tarde) e de 2 h à tarde foram maiores ($P = 0,0269$) em comparação com os frangos com alimentação *ad libitum*. Segundo Almeida Paz *et al.* (2009) a resistência à quebra do osso e o índice Seedor estão intimamente relacionados a qualidade e saúde do tecido ósseo. Por outro lado, os frangos submetidos a restrição alimentar de 2 h à manhã tiveram índice Seedor da tíbia semelhante aos frangos com alimentação *ad libitum* ($P>0,05$). Discordando com o presente estudo, Bruno *et al.* (2000) observaram índice, sendo mais baixo para frangos de corte em restrição alimentar.

2.3.7. Avaliação econômica dos programas alimentares

Os programas de restrição alimentar não influenciaram os resultados na análise econômica do percentual de mortalidade ($P>0,05$) em comparação com o tratamento *ad libitum* (Tabela 7).

Tabela 7. Valores econômicos² na produção de frangos alimentados com diferentes programas de alimentação

Programas de alimentação ¹	RBM (R\$/ave)	CMA (R\$/ave)	MBM	RM	IRR	VIAB (%)	IEP	MO* (%)
1 - <i>Ad libitum</i>	11,10	6,24	4,86	77,86	100,00	99,89	428,23	0,11
2 – 2 h (M)	11,10	6,30	4,80	76,16	98,02	100,00	432,58	0,00
3 – 2 h (T)	11,07	6,21	4,87	78,47	100,00	99,67	431,68	0,33
4 – 4 h (RMT)	11,17	6,33	4,85	76,57	98,50	99,78	436,79	0,22
Valor de P	0,9161	0,1251	0,9379	0,5720	0,7045	0,8251	0,2808	0,2808
CV (%)	2,71	1,81	5,22	5,10	--	3,25	0,36	

^{A,B}Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ($P>0,05$);

¹Programa 1 (P₁): Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL); P₂: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã (RM); P₃: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 13:00 às 15:00 h da tarde (RT) e; P₄: Suspensão da oferta de ração nos intervalos de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde (RMT);

²Renda bruta média (RBM), custo médio de arraçãoamento (CMA), margem bruta média (MBM), rentabilidade média (RM), índice relativo de rentabilidade (IRR), viabilidade (VIAB), índice de eficiência produtiva (IEP) e mortalidade (MO);

EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação; *Dados transformados: $(X+0,05)^{0,5}$.

Apesar dos programas de restrição alimentar não afetarem o desempenho econômico do lote ($P>0,05$), ocorreu a tendência de maior eficiência produtiva (436,79 vs 430,66) para as aves que foram submetidos a restrição alimentar de 4 horas pela manhã e tarde comparado aos frangos que foram alimentadas *ad libitum*.

Os índices econômicos não foram influenciados pelos programas de alimentação. Ramos *et al.* (2011) também não observaram diferenças estatísticas nos índices econômicos de custo médio de arroçamento, margem bruta média, rentabilidade média e índice relativo de rentabilidade de frangos de corte submetidas a restrição alimentar em relação ao *ad libitum*. Entretanto, Novel *et al.* (2009), Hassanien (2011) e Tesfaye *et al.* (2011) observaram vantagem econômica para o grupo de frangos tratados com restrição alimentar em comparação com o grupo de alimentação *ad libitum*.

Os programas de restrição alimentar não afetaram a mortalidade, concordando com os relatos de Demir *et al.* (2004), Oyediji & Atteh (2005), Novel *et al.* (2009) e Butzen *et al.* (2013), mas, alguns pesquisadores conseguiram reduzir a mortalidade aplicando métodos de restrição alimentar para frangos de corte (Saleh *et al.*, 2005; Teimouri *et al.*, 2005; Özkan *et al.*, 2010).

2.4. CONCLUSÃO

O programa restrição alimentar quantitativo de 4 horas (2 horas pela manhã e 2 horas à tarde) melhora o desempenho, qualidade óssea e econômica nos frangos de corte de 8 aos 42 dias de idade.

2.5. REFERENCIAIS

- ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; BALOG, A. *et al.* Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Archivos de zootecnia**, v.58, n.222, p.173-183, 2009.
- ARAÚJO, G.M.; VIEITES, F.M.; BARBOSA, A.A. *et al.* Variação aniônica da dieta sobre características ósseas de frangos de corte: resistência à quebra, composição orgânica e mineral. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.954-961, 2011.
- BARTLETT, M.S. **The use of transformation**. *Biometrics*, v.3, n.1, p.39-52, 1947.
- BERTOL, T.M.; ELLIS, M.; HAMILTON, D.N. *et al.* Effects of dietary supplementation with-carnitine and fat on blood acid–base responses to handling in slaughter weight pigs. **Journal of animal science**, v.83, n.1, p.75-81, 2005.
- BONJOUR, J.P. Dietary protein: an essential nutrient for bone health. **Journal of the American College of Nutrition**, v.24, n.6, p.526s-536s, 2005.
- BORTOLUZZI, C.; FERNANDES, J.I.M.; CONTINI, J.P. *et al.* Quantitative feed restriction from 35 to 42 days of age for broiler chickens. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.778-784, 2013.
- BRUNO, L.G.D. Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente. **Tese (Doutorado)**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista. UNESP. Jaboticabal. 72 p. 2002.
- BRUNO, L.D.G.; FURLAN, R.L.; MALHEIROS, E.B. *et al.* Influence of early quantitative food restriction on long bone growth at different environmental temperatures in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.41, p.389-394, 2000.
- BUTZEN, F.M.; RIBEIRO, A.M.L.; VIEIRA, M.M. *et al.* Early feed restriction in broilers. I- Performance, body fraction weights, and meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**, v.22, n.1, p.251- 259, 2013.
- CHEN, W.; GUO, Y.M.; HUANG, Y.Q. *et al.* Effect of energy restriction on growth, slaughter performance, serum biochemical parameters and Lpin2/WDTC1 mRNA expression of broiler chickens in the later phase. **The Journal of Poultry Science**, v.49, p.12–19, 2012.
- CORNEJO, S.; GADELHA, A.C.; POKNIAK, J.; VILLOUTA, G. Qualitative feed restriction on productive performance and lipid deposition in broiler chickens. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecina**, v.56, n.6, p.1554-1562, 2007.
- DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P.D. *et al.* Tempo de jejum na granja sobre o perfil hormonal e os parâmetros fisiológicos em suínos de abate pesados. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2300-2306, 2008.
- DEMIR, E.; SARICA, S.; SEKEROGLU, A. *et al.* Effects of early and late feed restriction or feed withdrawal on growth performance, ascites and blood constituents of broiler chickens. **Acta Agriculturae Scandinavica: Section A, Animal Science**, v.54, p.152–158, 2004.

- DEVLIN, M.J.; CLOUTIER, A.M.; THOMAS, N.A. *et al.* Caloric restriction leads to high marrow adiposity and low bone mass in growing mice. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.25, p.2078–2088, 2010.
- EVEN-ZOHAR, N.; JACOB, J.; AMARIGLIO, N. *et al.* Nutrition-induced catch-up growth increases hypoxia inducible factor 1 α RNA levels in the growth plate. **Bone**, v.42, p.505–515, 2008.
- FARNUM, C.E.; LEE, A.O.; O'HARA, K.; WILSMAN, N.J. Effect of short-term fasting on bone elongation rates: an analysis of catch-up growth in young male rats. **Pediatric Research**, v.53, p.33–41, 2003.
- FURLAN, R.L.; MACHADO, J.G.C.F.; GIACHETTO, P.F. *et al.* Desempenho e composição da carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arração. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.31, v.6, p.2265-2273, 2002.
- GARNER, J.P.; FALCONE, C.; WAKENELL, P. *et al.* Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. **British Poultry Science**, v.43, p.355-363, 2002.
- GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. **Criação de frangos de corte**. Viçosa, MG. Ano 17, n.78, 1996. 18p. (Informe Técnico).
- GUYTON, A.C., HALL, J.E. **Tratado De Fisiologia Médica**. 9. Ed. RJ. Guanabara Koogan, 1997, pg 808.
- HASSANIEM, H.H.M. Productive performance of broiler chickens as affected by feed restriction systems. **Asian Journal of Poultry Science**, v.5, n.1., p.21-27, 2011.
- HEINRICH, C.; COLLI, M.; YANOVSKI, J.A. *et al.* Effects of fasting on the growth plate: Systemic and local mechanisms. **Endocrinology**, v.138, n.12, p.5359–5365, 1997.
- HILLGARTNER, F.B.; SALATI, L.M.; GOODRIDGE, A.G. Physiological and molecular mechanisms involved in nutritional regulation of fatty acid synthesis. **Physiological Reviews**, v.75, p.47–76, 1995.
- JALAL, M.A.R.; ZAKARIA, H.A. The effect of quantitative feed restriction during the starter period on compensatory growth and carcass characteristics of broiler chickens. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 11, n. 9, p. 719-724, 2012.
- LEACH, R.M.; LILBURN, M.S. Current knowledge on the etiology of tibial dyschondroplasia in the avian species. **Poultry Sciences**, v.4, p.57–65, 1993.
- MAHERI-SIS, N.; SABER, S.N.; SHADDEL-TELLI, A. *et al.* Effect of feed restriction on growth performance of broiler chickens, **Annals of Biological Research**, v.2, n.6, p.247-252, 2011.
- MIRSHAMSOLLAHI, AZADEH. Effect of different food restriction on performance and carcass characteristics of arian and ross broiler chicks. **International Journal of Agriculture: Research and Review**, v.3, n.3, p.495-501, 2013.
- MOHEBODINI, H.; DASTAR, B.; SHAMS SHARG, M.; ZEREHDARAN, S. The comparison of early feed restriction and meal feeding on performance, carcass characteristics and blood constituents of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, p.2069-2074, 2009.
- NOVEL, D.J.; NG'AMBI, J.W.; NORRIS D.; MBAJIORGU, C.A. Effect of different feed restriction regimes during the starter stage on productivity and carcass characteristics of

- male and female Ross 308 broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.1, p.35-39, 2009.
- OCAK, N.; SIVRI, F. Liver colourations as well as performance and digestive tract characteristics of broiler chickens may change as influenced by stage and schedule of feed restriction. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.92, p.546–553, 2008.
- OYEDEJI, J.O.; ATTEH, J.O. Response of broilers to feeding manipulations. **International Journal of Poultry Science**, v.4, n.2, p.91-95, 2005.
- ÖZKAN, S.; TAKMA, Ç.; YAHAV, S. *et al.* The effects of feed restriction and ambient temperature on growth and ascites mortality of broilers reared at high altitude. **Poultry Science**, v.89, p.974-985, 2010.
- PARK, S.Y.; BIRKHOLD, S.G.; KUBEN, L.F. *et al.* Effect of storage condition on bone breaking strength and bone ash in laying hens at different stages in production cycles. **Poultry Science**, v.82, p.1688–1691, 2003.
- PELICANO, E.R.L.; BERNAL, F.E.M.; FURLAN, R.L. *et al.* Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar proteica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.3, p.353-360, 2005.
- RAMOS, K.C.B.T.; GOMES, A.V.C.; LIMA, C.A.R. Desempenho produtivo e econômico de frangos de corte submetidos a programas de restrição alimentar. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.8-16, 2011.
- RAHIMI, S.; SEIDAVI, A.; SAHRAEI, M. *et al.* Effects of feed restriction and diet nutrient density during re-alimentation on growth performance, carcass traits, organ weight, blood parameters and the immune response of broilers. **Italian Journal of Animal Science**, v.14, n.3, p.583-590, 2015.
- RAJMAN, M.; JURIÁNI, M.; LAMOŠOVÁ, MÁČAJOVÁ, D.M. *et al.* The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.145, p.363–371, 2006.
- RELIGIOUS, K.B.; TESSERAUD, S.; PICCADY, O.A. **Food neonatale and early development of table fowl**. 2001, INRA. Production. Animal, v.14, p.219-230, 2001.
- RICHARDS, M.P.; POCH, S.M.; COON, C.N. *et al.* Feed restriction significantly alters lipogenic gene expression in broiler breeder chickens. **The Journal of nutrition**, v.133, n.3, p.707-715, 2003.
- ROMERO, L.F.; ZUIDHOF, M.J.; RENEMA, R.A. *et al.* Characterization of energetic efficiency in adult broiler breeder hens. **Poultry Science**, v.88, p.227–235, 2009.
- ROSA, S.P.; AVILA, V.S.; JAENISCH, F.R.F. **Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar o seu potencial**. Pronunciamento Técnico, Concórdia: Embrapa: Suínos e Aves, 2000.
- ROSEBROUGH, R.W.; STEELE, N.C.; McMURTY, J.P.; PLAVNIK, I. Effect of early feed restriction in broilers. II. **Lipid metabolism**, v.50, p.217-227, 1986.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª. Ed. Viçosa: UFV; DZO – Departamento de Zootecnia, 136p, 2011.

- SAHRAEI, M.; HADLOO, M.H.M: Effect of physical feed restriction in finisher period on carcass traits and broiler chickens performance. **Global Veterinaria**, v.9, n.2, p.201-204, 2012.
- SAHRAEI, M.; SHARIATMADARI, F. Effect of different levels of diet dilution during finisher period on broiler chickens performance and carcass characteristics. **International Journal of Poultry Science**, v.6, n.4, p.280-282, 2007.
- SALEH, E.A.; WATKINS, S.E.; WALDROUP, A.L. *et al.* Effects of early quantitative feed restriction on live performance and carcass composition of male broilers grown for further processing. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.1, p.87-93, 2005.
- SEEDOR, J.G. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.4, p.265-270, 1993.
- SHABANI, S.; SEIDAVI, A.; ASADPOUR, L.; CORAZZIN, M. Effects of physical form of diet and intensity and duration of feed restriction on the growth performance, blood variables, microbial flora, immunity, and carcass and organ characteristics of broiler chickens. **Livestock Science**, v.180, p.150–157, 2015.
- SULLIVAN, T.W. Skeletal problems in poultry: estimated annual cost and descriptions. **Poultry Science**, v.73, p.879-882, 1994.
- TEIMOURI, A.; REZAEI, M.; POURREZA, J. *et al.* Effect of diet dilution in the starter period on performance and carcass characteristics of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.1006-1011, 2005.
- TESFAYE, E.; TAMIR, B.; HAILE, A.; DESSIE, T. Effect of skip-a-day feed restriction on carcass yield characteristics and economic advantages of Rhode Island Red Pullets. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.4, p.849-855, 2011.
- TOLKAMP, B.J.; SANDILANDS, V.; KYRIAZAKIS, I. Effect of qualitative feed restriction during rearing on the performance of broiler breeders during rearing and lay. **Poultry Science**, v.84, p.1286-1293, 2005.
- VAN DER KLEIN, S.A.S.; SILVA, F.A.; KWAKKEL, R.P.; ZUIDHOF, M.J. The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. **Poultry Science**, v.96, p.118-126, 2017.
- VAN WYHE, R.C.; REGMI, P.; POWELL, B.J. *et al.* Bone characteristics and femoral strength in commercial toms: The effect of protein and energy restriction. **Poultry science**, v.93, n.4, p.943-952, 2014.
- YANG, Y.X.; GUO, J.; YOON, S.Y. *et al.* Early energy and protein reduction: effects on growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in broilers. **British Poultry Science**, v.50, n.2, p.218-227, 2009.
- YU, M.W.; ROBINSON, F.E. The application of short-term feed restriction to broiler chickens production: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.1, n.1, p. 147-153, 1992.
- ZHAN, X.A.; WANG, M.; REN, H. *et al.* Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.654-660, 2007.
- ZUBAIR, A.K.; LEESON, S. Compensatory growth in the broiler chicken: a review. **World's Poultry Science**, v.52, p.189-201, 1996.

CAPÍTULO III

*Avaliação da restrição alimentar diurna e noturna em dois sistemas
de produção de frangos de corte*

AVALIAÇÃO DA RESTRIÇÃO ALIMENTAR DIURNA E NOTURNA EM DOIS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO

Objetivou-se estudar os efeitos da suspensão do alimento diurno ou noturno sobre o desempenho de frangos alojados em dois sistemas de produção. Um total de 1.260 frangos de corte machos Cobb 500[®] foram pesados aos oitos e distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3x2 [3 programas de alimentação x 2 sistema de produção, sistema convencional (SC) e “dark house” (SDH)] totalizando 6 tratamentos, com 6 repetições e 35 aves. Os dados foram analisados pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Os tratamentos experimentais foram: Alimentação *ad libitum* (AL), suspensão de 4 h da oferta diurna de ração (RD, ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde) e suspensão de 6 h da oferta noturna de ração (RN, ração removida de 24:00 às 06:00 horas). O sistema convencional de produção caracterizou-se por uma casa aberta, com pressão positiva, sistema de nebulização, com 24 h de luz (luz natural durante o dia mais luz artificial de 20 lux à noite), no entanto, o sistema dark house foi caracterizado por uma casa fechada, ventilação de pressão negativa, sistema de nebulização, com 24 h de luz led de 10 lux. Frangos alimentados com RD apresentaram consumo de ração (CR) e o ganho de peso (GP) semelhante aos frangos alimentado com AL ($P > 0,05$). Os frangos alojados no sistema dark house apresentaram peso corporal ($3.204,62 \pm 120.88$ vs $3.094,37 \pm 46.37$ kg), CR ($4.481,48 \pm 85.65$ vs $4.339,31 \pm 89.36$ kg) e GP ($2.958,53 \pm 66.71$ vs $2.816,67 \pm 59,01$ kg) maiores que os frangos alojados no sistema convencional ($p \leq 0,05$). Além disso, os frangos mantidos em SDH apresentaram melhor índice de conversão alimentar (CA) ($1,515 \pm 0,03$ vs $1,541 \pm 0,03$ kg/kg). O peso da gordura abdominal foi maior ($p \leq 0,05$) no SDH em relação ao SC. O índice Seedor e resistência à quebra (RO) do fêmur e da tíbia foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os programas de alimentação, mas o SDH influenciou maior resistência do fêmur e de tíbia à quebra em relação ao SC ($p \leq 0,05$). A RD aumentou a viabilidade do plantel de frangos em relação a oferta de ração AL ($p \leq 0,05$). O SDH melhorou o resultado financeiro do lote de frangos em comparação ao SC. Frangos alimentados com RD e mantidos em sistema dark house são mais eficientes do que os frangos alimentados com AL ou alimentados com RN ou mantidos em sistema convencional.

Palavras-chave: Bem-estar animal, convencional, dark house, restrição alimentar.

EVALUATION OF DIURNAL AND NOCTURNAL FEED RESTRICTIONS IN TWO PRODUCTION SYSTEMS OF BROILERS

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of feed restriction in the morning or in the night on the performance of broilers from two production systems. A total of 1,260 male broilers (Cobb 500®) was weighted at eight day of age and distributed in a completely randomized design in a 3x2 factorial arrangement [3 feeding programs x 2 production system (conventional system and dark house system)] Totaling 6 treatments with 6 replicates of 35 broilers each. Data were analyzed by the Tukey test ($P \leq 0.05$). The following experimental treatments were used: *ad libitum* (AL), 4-hour suspension of feed supply in the morning (DR - feed suspended from 06:00h to 08:00h) and afternoon (01:00h to 03:00h), and 6-hour of suspension of feed supply at the night (NR - feed suspended from 00:00h to 6:00h). The conventional production system consisted of an open house, with positive pressure, nebulization system, and 24 h of light (natural light during the day and artificial light of 20 lux at night); whereas the dark house system consisted of a closed house, negative pressure ventilation, nebulization system, and 24 h of led lamp of 10 lux. Broilers subjected to DR had feed intake and weight gain similar to those fed AL ($P > 0.05$). Body weight ($3,204.62 \pm 120.88$ vs $3,094.37 \pm 46.37$ kg), feed intake ($4,481.48 \pm 85.65$ vs $4,339.31 \pm 89.36$ kg) and weight gain ($2,958.53 \pm 66.71$ vs $2,816.67 \pm 59.01$ kg) were higher in broilers from the dark house system than in those from the conventional system ($p \leq 0.05$). Furthermore, broilers from the dark house system had a better feed conversion index (FCI) (1.515 ± 0.03 vs 1.541 ± 0.03 kg/kg). The abdominal fat weight was higher ($p \leq 0.05$) in broilers from the DHS than in those from the conventional system. The Seedor index and bone to breakage resistance of the femur and tibia were similar ($P > 0.05$) between the feeding programs, but the dark house system promoted a higher breakage resistance of the femur and tibia compared to the conventional system ($p \leq 0.05$). The DR increased viability of the broiler stock in relation to the AL feed supply ($p \leq 0.05$). The dark house system improved the financial result of the broiler batch in comparison with the conventional system. Broilers fed DR and housed in a dark house system are more efficient than broilers fed AL or those subjected to NR or kept in a conventional system.

Keywords: Animal welfare, conventional, dark horse, feed restriction.

3.1. INTRODUÇÃO

A busca pelo máximo desempenho, qualidade de carcaça e redução de custos na produção avícola são pontos críticos a serem considerado nas criações comerciais. No entanto, o frango de corte tem apresentado consideráveis percentuais de gordura na carcaça e problemas metabólicos, associados a intensidade da produção. Assim, a indústria avícola tem demonstrado interesse em produzir frangos de corte com melhor qualidade de carcaça aliado a baixa mortalidade e o respeito ao bem-estar das aves.

A restrição alimentar noturna pode ser uma boa estratégia para melhorar o desempenho dos frangos e controlar os gastos com alimentação nas integrações avícolas tanto na região Nordeste quanto em outras regiões do país, como as despesas com energia elétrica nas granjas durante a estação de verão. A escolha dos horários mais frescos do dia para fazer o desligamento da iluminação pode manter o desempenho e o bem-estar por alterar o comportamento ingestivo das aves, através do estímulo ao repouso e menor estresse social dos plantéis.

Uma das vantagens dos programas de restrição alimentar é o estímulo ao ganho compensatório das aves em virtude do aumento da eficiência alimentar, menor excreção de nutrientes e melhor equilíbrio microbiano da cama e do ar no meio interno das instalações. Além disso, a restrição alimentar reduz o estresse e a mortalidade das aves pelo calor resultando em melhor bem-estar das aves.

O método mais prático para adoção em sistemas de produção comercial é a restrição quantitativa de ração pela suspensão noturna do programa de luz (mini “dark house”) ou pela elevação das linhas de comedouro que impedem as aves de consumir a ração durante o dia. Este método, além de melhorar a conversão alimentar (Tolkamp *et al.*, 2005; Zhan *et al.*, 2007; Maheri-Sis *et al.*, 2011), reduz a incidência de doenças metabólicas e a deposição de gordura na carcaça de frangos de corte (Yu & Robinson, 1992; Jalal & Zakaria, 2012; Mirshamsollahi, 2013), visto que a oferta contínua de ração está associada a rápida taxa de crescimento, mas maior incidência de distúrbios metabólicos como: ascite, síndrome da morte súbita e de problemas esqueléticos (Yu & Robinson, 1992; Garner *et al.*, 2002). Um programa de restrição alimentar ideal é aquele que busca o equilíbrio entre a melhor eficiência alimentar e a menor excreção de nutrientes (Sahraei, 2012), com o melhor peso de abate dos frangos (Fontana *et al.*, 1993), e a manipulação da curva de crescimento pelos programas de restrição alimentar pode otimizar os resultados da produção de frangos de corte (Sahraei, 2012).

Outro ponto a ser observado é a idade ideal para as aves serem submetidas a um programa de restrição alimentar. Segundo Rosa *et al.* (2000) antes de sete dias de idade, a restrição pode causar subdesenvolvimento do trato gastrointestinal, das fibras musculares dos músculos peitorais e diminuição no desempenho produtivo dos frangos de corte. Frangos nas condições de conforto térmico dos galpões climatizados tem maior dificuldade de controlar o apetite, o que resulta em consumo excessivo de ração e aumento das perdas de nutrientes por excreção fecal. Enquanto que, mesmo nos galpões climatizados o desconforto térmico aumenta durante os picos de calor e as aves desenvolvem inapetência, aumentam o consumo de água, tornam-se ofegantes e evitam caminhadas até o comedouro. É provável que pequenas intervenções na oferta de ração durante os períodos de conforto térmico e em períodos anteriores ao estresse pelo calor promovam o bem-estar e o desempenho de frangos.

O trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar comparativamente os resultados de desempenho, desenvolvimento de tecidos e impacto alimentar de frangos de corte alojados em dois sistemas de produção e submeter a três programas de restrição alimentar.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. Local

O experimento foi conduzido no aviário do Laboratório de Avicultura do Departamento de Ciência Animal do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, *Campus III*, no município de Bananeiras, sob as coordenadas 6°45'00'' de latitude sul e 35°38'00'' de longitude oeste, a uma altitude de 520 m acima do nível do mar, no período de 11 de junho a 16 de julho de 2016.

A metodologia experimental foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA da UFPB e registrado sob número de protocolo 077/2015.

3.2.2. Aves e Programas de alimentação

Foram distribuídos 1.260 pintos de corte, macho da linhagem Cobb 500 “Slow Feathering”[®], no período de oito a 42 dias de idade com peso vivo médio de 219±7 g, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (3x2), três programas de alimentação e dois sistemas produtivos (convencional e dark house), totalizando seis tratamentos, com seis repetições e 35 aves.

Os programas de alimentação foram elaborados da seguinte formas:

Programa 1 – Alimentação *ad libitum* durante todo o período experimental (AL);

Programa 2 – Suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (RD, ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde) e;

Programa 3 – Suspensão de 6 horas da oferta noturna de ração (RN, ração removida de 24:00 às 06:00 horas).

A dieta basal (Tabela 1) foi formulada para atender as exigências dos frangos para crescimento normal segundo Rostagno *et al.* (2011). Antes do período de restrição alimentar, as aves receberam água e ração *ad libitum* e o manejo foi realizado de acordo com o Manual da Linhagem Cobb (2012).

3.2.3. Área experimental

Aos oito dias de idade, as aves foram transferidas para os 36 boxes medindo 2,00 x 1,70 m (3,4 m²), com metade das aves sendo alojadas no sistema convencional e a outra metade no sistema “dark house” (Figura 1). O sistema convencional é caracterizado por pressão positiva com cortinas amarelas, já o sistema “dark house” é caracterizado por

pressão negativa com cortinas escuras. A luminosidade, a temperatura e a umidade foram mensuradas durante o período experimental.

Tabela 1. Composição alimentar e nutricional da ração experimental¹ para frangos de corte nas fases inicial (8 a 21 dias), crescimento (22 a 35 dias) e final (36 a 42 dias)

Ingredientes	Quantidade (Kg)			
	Inicial	Crescimento	Final	
Milho em grão	56,984	59,970	64,214	
Farelo de soja	35,976	32,397	28,534	
Óleo de soja	3,259	4,179	4,105	
Fosfato bicálcico	1,555	1,334	1,123	
Calcário calcítico	0,934	0,879	0,787	
DL-metionina	0,307	0,289	0,268	
L-lisina HCL	0,235	0,235	0,261	
L-treonina	0,073	0,065	0,069	
Sal comum	0,482	0,457	0,445	
Cloreto de colina	0,060	0,060	0,060	
Premix vitamínico ²	0,050	0,050	0,050	
Premix mineral ³	0,050	0,050	0,050	
BMD ⁴	0,015	0,015	0,015	
Anticoccidiano ⁵	0,010	0,010	0,010	
Antioxidante ⁶	0,010	0,010	0,009	
Total	100,000	100,000	100,000	
Composição Nutricional	Unidade			
Proteína Bruta	%	21,200	19,800	18,400
EMAn (Mcal/kg)	Mcal/kg	3.050	3.150	3.200
Lisina digestível	%	1,217	1,131	1,060
Metionina digestível	%	0,588	0,554	0,519
Met+Cis digestível	%	0,876	0,826	0,774
Treonina digestível	%	0,791	0,735	0,689
Triptofano digestível	%	0,237	0,218	0,198
Cálcio	%	0,841	0,758	0,663
Fósforo disponível	%	0,401	0,354	0,309
Sódio	%	0,210	0,200	0,195
Potássio	%	0,824	0,767	0,708
Cloro	%	0,394	0,379	0,378
Balanço Eletrolito	mEq/kg	191	176	159

¹Recomendações nutricionais de Rostagno *et al.* (2011);

²Níveis de garantia por kg do produto: Vitamina A 6.800.000 UI; vitamina D3 1.500.000 UI; vitamina E 12.000 UI; vitamina K3 1.600 mg; vitaminas B1 1.000 mg; vitamina B2 4.000 mg; vitamina B6 2.000 mg; vitamina B12 10.000 mg; ácido fólico 700 mg; ácido pantotênico 10 g; biotina 15 mg; niacina 30 g; BHT 1.000 mg. ³Níveis de garantia por kg do produto: Cobre 20 g; ferro 96 g; iodo 1.400 mg; manganês 156 g; selênio 500 mg; zinco 110 g; ⁴Bacitracina metileno disalicilato; ⁵Coxistac® (Salinomycin) - 12% granular; ⁶Santoquim®.

Cada box tinha piso coberto com cama de bagaço de cana, um comedouro tubular e um bebedouro pendular e paredes divisórias em tela com abertura de malha à prova de pássaros. A área experimental foi instalada num galpão de alvenaria com cortinas laterais,

ventiladores e nebulizadores, utilizados para ajustar a concentração de gases, temperatura, umidade relativa do ar e da cama.

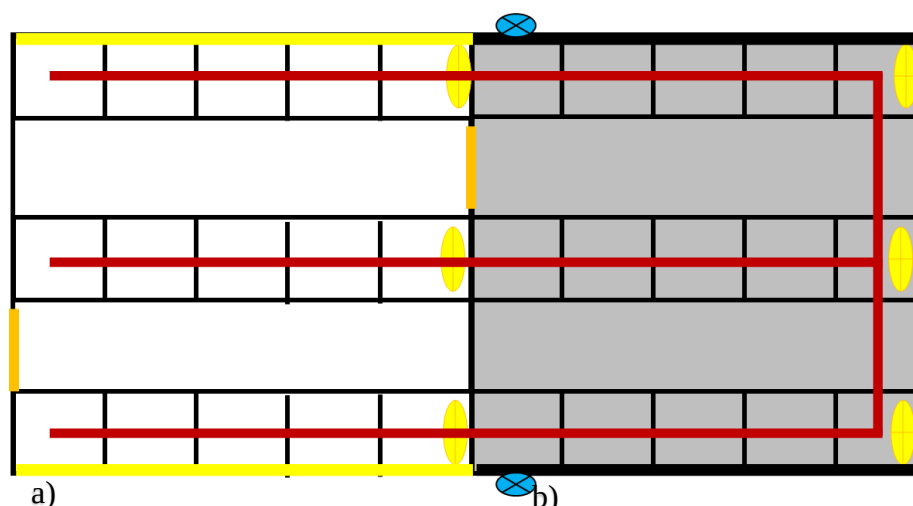


Figura 1. Planta baixa dos sistemas de produção: a) convencional e b) dark house.

O sistema de alojamento dark house (SDH) possui iluminação artificial, sendo que a intensidade de luz foi de 20 lux na primeira semana, reduzindo para 10 lux na segunda semana até os 42 dias de idade (Figura 2). A quantificação de luminosidade foi aferida por meio de um Termo-Higro-Anemômetro Luxímetro Digital (modelo THAL-300, INSTRUTHERM).

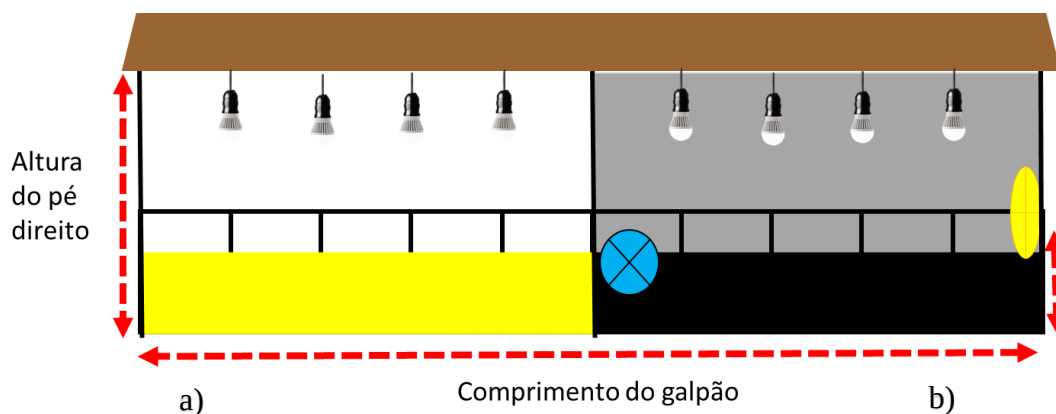


Figura 2. Fachada dos sistemas de produção: a) convencional e b) dark house.

A temperatura do galpão convencional e dark house foram mensuradas diariamente (às 8:00 e 10:00 da manhã e às 13:00 e 15:00 da tarde). Um termohigrômetro digital foi utilizado para aferição e registro da temperatura e umidade relativa do ar que foram para o sistema convencional e “dark house”, respectivamente, de $25,2 \pm 1,6^\circ\text{C}$; $74,4 \pm 5,7\%$ e $27,8 \pm 1,4^\circ\text{C}$; $79,2 \pm 3,5\%$.

A concentração de amônia no sistema “dark house” apresentou em torno de 10 a 15 ppm e no sistema convencional apresentaram abaixo de 10 ppm. Este parâmetro foi medido utilizando tiras de teste de papel pHDrion™ de amônia (marca Micro Essencial Lab). No Brasil, a legislação permite a concentração máxima de 20 ppm no ar durante o período de 8 horas por dia de trabalho (Miragliotta, 2005).

3.2.4. Medidas de desempenho

Ao final do período experimental, as sobras de rações e os frangos foram pesados, para avaliação do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar. O consumo de ração foi obtido pela diferença entre a ração fornecida e as sobras, o ganho de peso foi calculado pela diferença entre o peso dos frangos no final e inicial; enquanto que, a conversão alimentar foi calculada pela divisão do consumo de ração pelo ganho de peso.

3.2.5. Característica de carcaça

Aos 42 dias de idade, um total de 72 animais, sendo dois por parcela e 18 por tratamento foram selecionados com base no peso médio e submetidos a jejum de sólidos de oito horas a fim de limpar o trato digestivo. Após o jejum as aves foram pesadas individualmente, insensibilizadas por eletronarcose e, posteriormente, sacrificadas e evisceradas para obtenção do peso da carcaça, dos cortes nobres (peito, coxa, sobrecoxa e asas), órgãos comestíveis e da gordura abdominal.

Na determinação do rendimento de carcaça foi considerado o peso da carcaça limpa e eviscerada, sem cabeça, pernas e pés em relação ao peso vivo após jejum, enquanto, os rendimentos dos cortes (peito, coxa, sobrecoxa e asas) e dos órgãos comestíveis (moela, fígado e coração) foram calculados dividindo-se o peso individual de cada corte e/ou órgão pelo peso da carcaça.

3.2.6. Amostragem de sangue

A determinação da glicemia dos frangos foi realizada aos 42 dias de idade, em amostras de sangue de duas aves por unidade experimental, totalizando 18 animais por tratamento. As amostras de sangue das aves de todos os tratamentos foram colhidas, após puntura da crista com agulha, em tiras do kit teste Monitor de Glicemia Contour® Ts Bayer. Nas aves em regime de restrição alimentar as amostras de sangue foram colhidas em intervalos de duas horas (programa 2) e três horas (programa 3) antes, durante e depois da restrição alimentar.

3.2.7. *Parâmetros físicos do osso*

Aos 42 dias de idade, um total de 36 animais, sendo um por parcela e nove por tratamento foi selecionado, sacrificado e depois retirados os ossos dos fêmures e das tíbias, direita e esquerda sendo identificadas em seguida congeladas a -20°C para a realização das análises posteriores. A tíbia e o fêmur foram os ossos escolhidos por serem os mais longos e mais sujeitos a rupturas (estresse motor) do esqueleto, além de serem retirados com maior facilidade.

Para a realização da desossa, os fêmures e tíbias foram descongelados em geladeira à 4 °C por 24 horas. Em seguida, foram pesados, identificados e mergulhados em água fervente por aproximadamente 10 minutos. As desossas foram realizadas com auxílio de um bisturi, conforme metodologia descrita por Bruno (2002).

As pesagens dos fêmures e tíbias foram realizadas utilizando uma balança eletrônica com precisão de ($\pm 0,001$) da marca GEHAKA - Modelo AG-200, e as medições do comprimento ($1\text{ mm} \pm 0,01$) do osso e o diâmetro da epífise proximal e distal, bem como da diáfise dos respectivos tratamentos foram feitas com o auxílio de um paquímetro digital da marca Digimess, com precisão de $1\text{ mm} \pm 0,01$.

3.2.8. *Índice Seedor*

Após as análises físicas dos ossos, os mesmos de valores de comprimento e os pesos do fêmur e da tíbia foram usadas para determinar a densidade óssea (mg/mm) pelo método indireto de índice Seedor (Seedor, 1993) onde: $IS = \text{peso do osso} \div \text{comprimento do osso}$.

3.2.9. *Resistência óssea*

Após a determinação do índice Seedor, as tíbias foram submetidas à análise de resistência à quebra (kgf/cm^2) no aparelho universal de teste TA.XT Plus (Texture Analyzer Stable Micro Systems, Surrey, UK) com célula de carga de 50 kg a velocidade de 50 mm/min, o acessório para fratura 3 POINT BEND RIG (HDP/3PB), Stable Micro Systems, foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise fosse de 3,0 cm (Park *et al.*, 2003).

3.2.10. *Análise de viabilidade econômica e índice de eficiência produtiva*

A viabilidade econômica das rações foi avaliada considerando o impacto financeiro da restrição alimentar nas fases de criação sobre as variáveis de desempenho e rendimento de carcaça. Os índices econômicos foram calculados conforme metodologia descrita por

Ramos *et al.* (2011) considerando: o Custo Médio da Ração (CMR) = ração consumida x preço de ração; Receita Média Bruta (RMB) = quantidade de quilograma de frango produzida x preço do frango vivo; Margem Bruta (MB) = receita média bruta – custo médio da ração; Índice de Rentabilidade (IR) = margem bruta ÷ custo médio da ração e Índice Relativo de Rentabilidade (IRR) = renda média do tratamento testado ÷ renda média do tratamento controle x 100.

Além disso, foi calculado o índice de eficiência produtiva (IEP) de acordo com Gomes *et al.* (1996) que foi expresso pela seguinte equação: $IEP = [(peso\ vivo\ médio\ das\ aves\ (g) \times viabilidade\ das\ aves\ (\%)) \div (idade\ das\ aves\ (dias) \times conversão\ alimentar\ (g/g))] \times 100$. Os preços dos ingredientes utilizados para elaboração da análise econômica foram provenientes de consulta ao mercado paraibano, assim como, o preço do frango vivo, enquanto que os aminoácidos foram obtidos de empresas fornecedoras, considerando a cotação do dólar.

3.2.11. Análises estatística

Os dados colhidos ao final de cada fase foram tabulados para posterior análise estatística utilizando-se o programa computacional Software “*Statistical Analysis System*” (SAS, 2009). Os dados referentes ao desempenho e características de carcaça foram analisados pelo teste Tukey e os dados de qualidade óssea pelo teste Duncan em nível de 5% de probabilidade.

Os dados percentuais de mortalidade (X) foram transformados em $(X+0,50)^{0,5}$ antes da ANOVA para homogeneização da variância e normalização dos dados. O modelo estatístico foi o seguinte:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + R_j + \alpha(SR)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} = é a variável observada na unidade experimental k , do sistema de produção i e os programa de alimentação j ; μ = média geral; S_i = efeito dos sistema de produção i , sendo $i = (i=1 \text{ e } 2)$; R_j = efeito do programa de alimentação j , sendo $j = (j=1, 2 \text{ e } 3)$; SR_{ij} = efeito da interação entre sistema de produção i com o programa de alimentação j ; E_{ijk} = erro experimental associado a cada observação, suposto homocedástico, independente e normalmente distribuído.

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1. Desempenho de 8 a 42 dias

Houve efeito de interação no peso corporal ($p \leq 0,001$) de frangos aos 35 dias e no ganho de peso nos frangos de 8 a 35 dias ($p \leq 0,05$) entre os programas de alimentação e os sistemas produtivos (Tabela 2). No entanto, o consumo de ração e a conversão alimentar de 8 a 21, de 8 a 35 e de 8 a 42 dias, o peso corporal aos 21 e 42 dias e o ganho de peso de 8 a 21 e de 8 a 42 dias não apresentaram interação significativa ($P > 0,05$) entre os programas de alimentação e os sistemas produtivos.

Os programas de alimentação afetaram ($p \leq 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso dos frangos de 8 a 21, 8 a 35 e 8 a 42 dias, o peso corporal aos 21 e 35 dias e a conversão alimentar de 8 a 35 dias de idade. Mas, o peso corporal dos frangos aos 42 dias e a conversão alimentar de 8 a 21 e 8 a 42 dias não foram influenciados ($P > 0,05$). Resultado contrário foi descrito por Furlan *et al.* (2002), que verificaram diferenças da restrição alimentar no período diurno e/ou noturno no peso e ganho de peso de frangos em comparação aos frangos sob alimentação *ad libitum*.

Os sistemas de produção afetaram ($p \leq 0,05$) o consumo de ração, ganho de peso de 8 a 21, 8 a 35 e 8 a 42 dias, o peso corporal aos 21, 35 e 42 dias e a conversão alimentar de 8 a 35 e 8 a 42 dias de idade. Mas, a conversão alimentar de 8 a 21 dias não foi afetada ($P > 0,05$).

Os frangos submetidos a restrição alimentar noturna consumiram menos ração ($p \leq 0,05$) que os frangos alimentados *ad libitum* e aqueles submetidos a restrição alimentar diurna em todas as fases analisadas, que resultou em menor peso corporal aos 21 e 35 dias ($p \leq 0,05$), menor ganho de peso de 8 a 21, 8 a 35 e 8 a 42 dias ($p \leq 0,05$). No entanto, os frangos sob restrição alimentar diurna e alimentação *ad libitum* não apresentaram diferenças ($P > 0,05$) quanto ao consumo de ração de 8 a 21 e 8 a 35 dias, peso corporal aos 21 dias e ganho de peso dos frangos de 8 a 21, 8 a 35 e 8 a 42 dias de idade. Contrariando ao resultado de ganho de peso, Demir *et al.* (2004), Pinheiro *et al.* (2004), Rezaei & Hajati, (2010), Butzen *et al.* (2013), Jahanpour *et al.* (2015) e Rahimi *et al.* (2015) encontraram maior ganho de peso após a restrição alimentar quantitativa das aves na idade de abate.

O resultado referente ao menor consumo de ração dos frangos sob restrição noturna do presente estudo, corrobora com aqueles descrito por Furlan *et al.* (2002), sugerindo que as aves alimentadas no período noturno apresentaram uma adaptação lenta ao novo tipo de

Tabela 2. Efeito de diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção no desempenho de frangos de corte de 8 a 42 dias

	Programa de alimentação (PA) ¹			Sistemas de produção (SP) ²		EPM	Fontes de variação			CV, %
	AL	RD	RN	SC	SDH		PA	SP	PA*SP	
Consumo de ração (g/a)										
8 a 21 d	1.242,23±23,70 ^x	1.221,03±30,67 ^x	1.173,02±34,74 ^y	1.198,95±44,77 ^Y	1.225,24±34,03 ^X	6,90	<0,0001	0,0053	0,134	2,16
8 a 35 d	3.544,73±107,21 ^x	3.520,98±127,20 ^x	3.408,61±105,40 ^y	3.399,66±84,36 ^Y	3.583,22±87,20 ^X	20,96	<0,0001	<0,0001	0,474	1,79
8 a 42 d	4.478,31±103,80 ^x	4.416,96±90,15 ^y	4.335,91±100,91 ^z	4.339,31±89,36 ^Y	4.481,48±85,65 ^X	18,74	<0,0001	<0,0001	0,725	1,52
Peso corporal (g)										
21 d	1.084,98±12,10 ^x	1.078,92±22,19 ^x	1.053,71±20,77 ^y	1.060,04±23,12 ^Y	1.085,03±14,69 ^X	3,82	<0,0001	<0,0001	0,321	1,28
35 d	2.540,76±92,35 ^x	2.489,09±140,62 ^y	2.370,43±75,94 ^z	2.381,59±78,23 ^Y	2.551,92±106,57 ^X	21,05	<0,0001	<0,0001	0,007	2,11
42 d	3.169,78±95,00	3.140,86±116,30	3.137,84±112,34	3.094,37±46,37 ^Y	3.204,62±120,88 ^X	17,69	0,6688	0,0017	0,861	3,04
Ganho de peso (g/a)										
8 a 21 d	866,88±16,67 ^x	857,07±19,69 ^x	812,36±33,09 ^y	833,98±38,55 ^Y	856,89±23,82 ^X	5,61	<0,0001	0,0025	0,194	2,46
8 a 35 d	2.235,11±89,69 ^x	2.242,31±116,86 ^x	2.127,91±85,86 ^y	2.121,24±60,51 ^Y	2.282,31±84,92 ^X	18,22	<0,0001	<0,0001	0,037	2,18
8 a 42 d	2.910,62±98,78 ^x	2.913,59±85,98 ^x	2.838,60±87,41 ^y	2.816,67±59,01 ^Y	2.958,53±66,71 ^X	15,54	0,0025	<0,0001	0,580	1,88
Conversão alimentar (g/g ⁻¹)										
8 a 21 d	1,433±0,01	1,425±0,02	1,445±0,03	1,438±0,03	1,430±0,02	0,01	0,1543	0,3194	0,897	1,73
8 a 35 d	1,587±0,02 ^{xy}	1,572±0,04 ^y	1,603±0,04 ^x	1,603±0,03 ^X	1,571±0,03 ^Y	0,01	0,0519	0,0026	0,216	1,98
8 a 42 d	1,539±0,03	1,517±0,03	1,528±0,04	1,541±0,03 ^X	1,515±0,03 ^Y	0,01	0,1676	0,0120	0,561	1,88

^{x-z}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com o teste de Tukey (P<0,05);

^{x,y}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma linha diferem de acordo com o teste F (P<0,05);

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas);

²SC = sistema convencional, SDH = sistema dark house; EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

arraçoamento.

Mohebodini *et al.* (2009), relataram que embora as aves da alimentação intermitente através do livre acesso a ração durante quatro períodos de 2 horas (06:00-08:00, 12:00-14:00, 18:00-20:00 e 00:00-02:00) de 7 a 21 dias de idade, tiveram menor peso corporal do que o tratamento controle, não houve efeito sobre o ganho de peso durante a realimentação de 22 a 42 dias de idade.

O consumo de ração semelhante entre os frangos sob restrição alimentar diurna e *ad libitum* concorda com os resultados de Jalal & Zakaria (2012), que estudaram a restrição alimentar em frangos de corte e não encontraram diferença estatística para o consumo de ração no período total de avaliação.

No período de 8 a 42 dias o consumo de ração dos frangos com alimentação *ad libitum* foi superior ($p \leq 0,001$) aqueles dos frangos com restrição alimentar diurna e noturna. Este resultado é semelhante aqueles encontrados por Zhan *et al.* (2007), Benyi *et al.* (2010) e Lanhui *et al.* (2011). Contrariando a este resultado, Jang *et al.* (2009) constataram que a restrição alimentar aumenta o consumo de ração, porque segundo Guyton & Hall (1997), se a disponibilidade dos nutrientes diminui, o animal automaticamente aumenta a ingestão de alimento provocado pelo os estímulos do centro da fome no hipotálamo lateral.

Hassanien (2011) utilizando métodos de restrição alimentar parecido ao presente estudo, com restrição diurna e noturna de 6 e 8 h de duração, observou que a partir da quarta semana (5 a 7 semanas) os frangos tiveram peso e ganho de peso diários semelhantes ao grupo controle.

A conversão alimentar de 8 a 35 dias dos frangos sob restrição alimentar diurna foi melhor ($p \leq 0,05$) comparada aos frangos sob restrição alimentar noturna, sem não diferir da conversão alimentar dos frangos com oferta *ad libitum* de ração ($P > 0,05$). Saleh *et al.* (2005) e Onbasilar *et al.* (2009) relataram melhor valor de conversão alimentar em aves com restrição alimentar. A restrição alimentar resulta em perda de energia metabólica que conduz a redução na exigência a de manutenção (Mitchell *et al.*, 1962). Isto explica porque se pode obter melhor conversão alimentar quando as aves são submetidas a um consumo restrito de ração.

A conversão alimentar dos frangos de 8 a 21 e de 8 a 42 dias com alimentação *ad libitum* e os frangos com restrição noturna foram semelhantes ($P > 0,05$). Este resultado apoia àquele de Novel *et al.* (2009), Sahraei & Hadloo (2012) e Mirshamsollahi (2013). Porém, Khetani *et al.* (2009) e Jalal & Zakaria (2012) observaram melhores resultados de conversão alimentar em frangos alimentados à vontade *versus* frangos alimentados com restrição

alimentar. Segundo Gous & Cherry (2004), aves submetidas a restrição alimentar precoce apresentam crescimento lento, seguido por um período de rápido crescimento e ganho de peso à medida que se aproxima o peso de mercado para compensar o atraso no crescimento durante o período de restrição alimentar precoce. Isso se traduz em menor necessidade de manutenção e maior potencial de utilização dos nutrientes das rações devido a pesos corporais menores (Lippens *et al.*, 2000).

Os frangos alojados no sistema “dark house” consumiram mais ração, apresentaram maior peso corporal e ganharam mais peso de 8 a 21, 8 a 35 e 8 a 42 dias em comparação com os frangos alojados no sistema convencional ($p \leq 0,01$). O sistema “dark house” melhorou a conversão alimentar dos frangos de 8 a 35 e 8 a 42 dias em relação ao sistema convencional ($p \leq 0,01$). Estes resultados assemelham-se aos de Rovaris *et al.* (2014) e Carvalho *et al.* (2015) quando observaram que aves criadas nos sistemas “dark house” tiveram desempenho superior as aves criadas no sistema convencional.

Por outro lado, Nowicki *et al.* (2011) avaliando sistemas de criação não encontraram diferenças entre o ganho de peso das aves criadas em aviário convencional e ambiente escuro, mas com conversão alimentar melhor para aves criadas no ambiente escuro. Segundo Carvalho *et al.* (2015), as várias estratégias de manejo utilizadas na criação expõem as aves a reações de estresse e o modelo de instalação do aviário pode ser uma causa de estresse para os frangos. No entanto, em aviários com modelo de sistema “dark house” estes fatores são controlados, proporcionando melhor bem-estar para as aves (Abreu & Abreu, 2011).

As interações entre os sistemas de produção e os programas de alimentação para o peso corporal e ganho de peso dos 8 a 35 dias (Tabela 3) mostraram que no sistema convencional o regime de alimentação *ad libitum* influenciou maior peso corporal ($p \leq 0,05$) comparado aos regimes de restrição alimentar diurna e noturna, mas no sistema “dark house” a oferta de ração *ad libitum* resultou em maior peso corporal dos frangos apenas em relação a restrição alimentar noturna de ração ($p \leq 0,05$). Enquanto que, nos dois sistemas de produção o ganho de peso dos frangos do tratamento *ad libitum* não diferiu dos frangos de restrição alimentar diurna ($P > 0,05$) e ambos influenciaram maiores ganhos de peso que o tratamento de restrição alimentar noturna ($p \leq 0,05$).

Os frangos criados no sistema “dark house” apresentaram peso corporal e ganho de peso superiores aos frangos criados no sistema convencional em todos os regimes de alimentação ($p \leq 0,05$). O sistema “dark house” aumentou em 6,5 (+152 g), 9,3 (+218 g) e 5,1% (+113 g) o ganho de peso dos frangos respectivamente nos regimes de alimentação *ad libitum*, restrição diurna e noturna comparado aos resultados dos mesmos programas de

alimentação no sistema convencional de criação, portanto, o sistema “dark house” a restrição diurna aumentou em 1,7% o ganho de peso dos frangos comparado ao regime de alimentação *ad libitum*.

Tabela 3. Desdobramento do peso corporal e ganho de peso de frangos de 8 a 35 dias em função dos diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção

Sistema de produção ²	Programa de alimentação ¹		
	<i>Ad libitum</i>	Restrição diurna	Restrição noturna
Peso corporal (g)			
Convencional	2.460,74±51,67 ^{aB}	2.364,89±57,81 ^{bB}	2.319,15±47,59 ^{bB}
Dark house	2.620,78±28,40 ^{aA}	2.613,28±56,01 ^{aA}	2.421,70±64,13 ^{bA}
Ganho de peso (g/a)			
Convencional	2.159,13±55,49 ^{aB}	2.133,20±30,44 ^{abB}	2.071,38±59,72 ^{bB}
Dark house	2.311,08±27,66 ^{aA}	2.351,43±23,34 ^{aA}	2.184,43±70,60 ^{bA}

^{a-c}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com os programas de alimentação pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);

^{A,B}Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com os sistemas de produção pelo teste F ($P < 0,05$);

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas).

3.3.2. Índice de glicose

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os programas de alimentação e os sistemas de produção sobre o nível de glicose sérica dos frangos aos 42 dias de idade, entretanto, os programas de alimentação afetaram ($P = 0,0007$) a concentração de glicose sérica dos frangos (Figura 3), no que não ocorreu ($P > 0,05$) entre os sistemas de produção (Figura 4).

O nível de glicose sérica foi superior ($p \leq 0,001$) para os frangos que receberam a ração *ad libitum* comparado aos frangos sob restrição alimentar diurna (Figura 3). Este resultado corrobora àqueles relatados de Zhan *et al.* (2007), pois verificaram que aves sob restrição alimentar ocorre uma redução dos níveis de glicose sérica no sangue dos frangos em relação aos frangos alimentados *ad libitum*. Contrariando, De Jong *et al.* (2003), Rajman *et al.* (2006), Mohebodini *et al.* (2009), Chen *et al.* (2012) e Shabani *et al.* (2015) relataram que o nível de glicose no plasma não é afetado pela restrição alimentar, por que os níveis de glicose no sangue de aves parecem ser muito resistentes a privações prolongadas do alimento.

No entanto, os frangos em restrição alimentar noturna apresentaram níveis de glicose semelhante aos frangos *ad libitum* ($P > 0,05$). Segundo Dewil *et al.* (1999), a resistência de glicose no plasma à privação alimentar pode ser parcialmente explicada pela eficácia dos

mecanismos homeostáticos de glicose. Segundo Riesenfeld *et al.* (1982) e Klasing (1998), os frangos mantêm um nível de glicose estável durante o jejum. A hipoglicemia durante o jejum pode ser controlada pela síntese de glicose via gluconeogênese (Demir *et al.*, 2004)

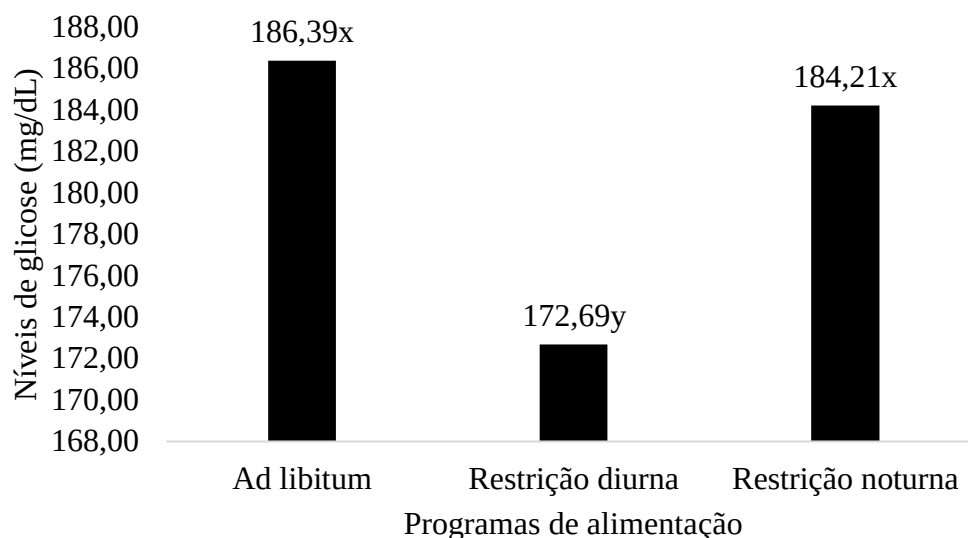


Figura 3. Níveis de glicose de frangos alimentados com diferentes programas de alimentação¹.

^{x,y}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com os programas de alimentação pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);

Valor de $P = 0,0007$; EPM = 1,87; CV (%) = 8,36;

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas).

Não houve redução ($P > 0,05$) dos níveis de glicose no sangue dos frangos alojados nos diferentes sistemas de produção. Este resultado corrobora àqueles relatados de Kodaira *et al.* (2015) que não verificaram variação das concentrações de glicose em galinhas poedeiras alojados em galpões climatizados ou não climatizado. Isto pode ser explicado pelo fato dos animais serem submetidos a mesma metodologia de restrição alimentar, ou seja, os desafios nutricionais foram os mesmos, mesmo que os ambientes sejam diferentes.

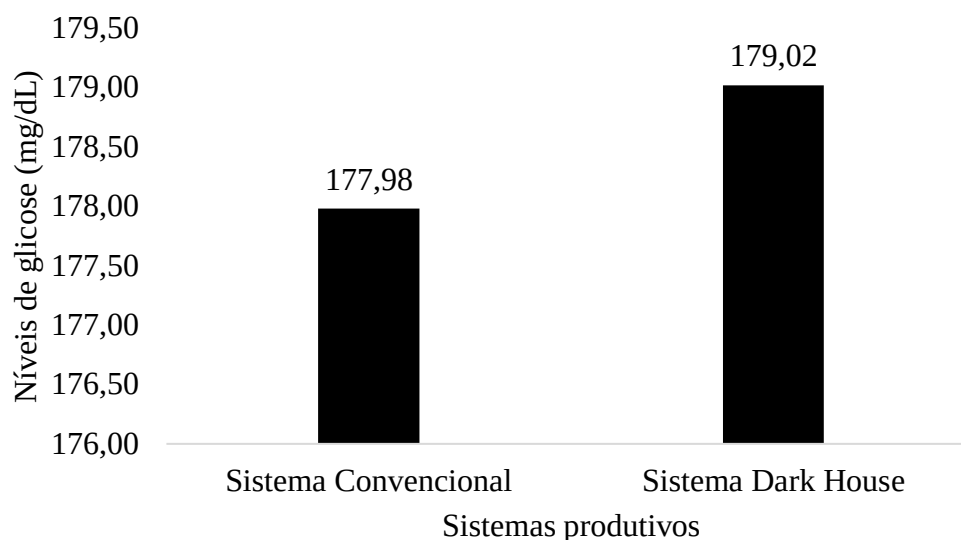


Figura 4. Níveis de glicose de frangos alojados em sistemas de produção¹.

^{A,B}Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com os sistemas de produção pelo teste F ($P < 0,05$);
Valor de $P = 0,6786$; EPM = 1,87; CV (%) = 8,36;

Houve aumento ($p \leq 0,05$) dos níveis séricos de glicose dos frangos após 2 horas de jejum com os resultados de 2 horas antes e durante o jejum (Figura 5). Segundo Bertol *et al.* (2005), no intuito de tentar manter estáveis os níveis plasmáticos de glicose, o pâncreas promove a liberação do hormônio glucagon que promove a quebra do glicogênio hepático, elevando assim os níveis séricos de glicose. Porém, a glicogenólise é limitada devido a escassez de depósito de glicogênio hepático que pode ser exaurida rapidamente, fazendo cair os níveis de glicose sérica.

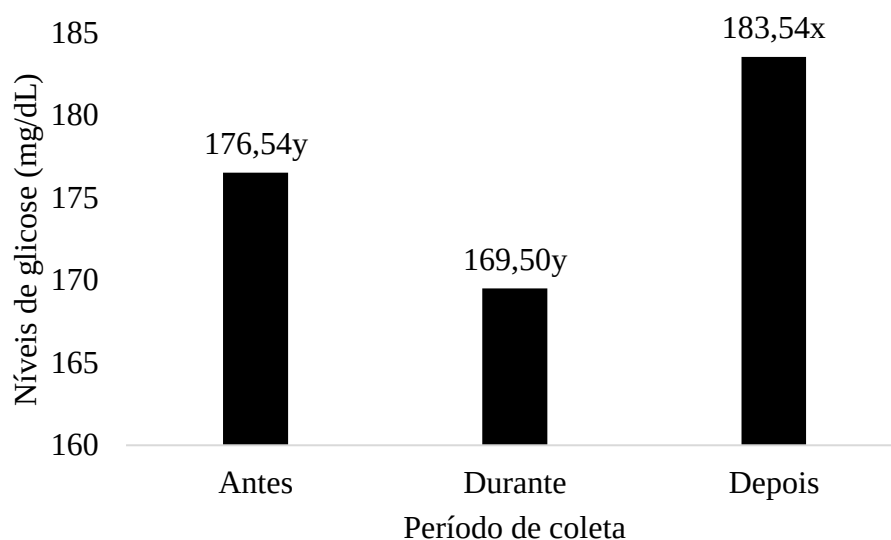


Figura 5. Níveis de glicose em função ao período de coleta dos frangos sob restrição alimentar.

^{*,y}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com os programas de alimentação pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);
Valor de $P = 0,0045$; EPM = 1,92; CV (%) = 9,57

3.3.3. Rendimentos de carcaça e cortes nobres e percentagem de gordura e penas

Houve interação significativa ($p \leq 0,05$) dos sistemas de produção com os regimes de alimentação dos frangos para o rendimento de penas aos 42 dias de idade. No entanto, não houve interação ($P > 0,05$) entre os programas de alimentação e os sistemas de produção para o rendimento de carcaça, cortes nobres e gordura abdominal dos frangos aos 42 dias de idade (Tabela 4).

Os programas de alimentação não afetaram ($P > 0,05$) os rendimentos de carcaça, cortes nobres, gordura abdominal e penas dos frangos aos 42 dias. Resultados semelhantes foram colhidas por vários autores com frangos expostos a restrição alimentar em diferentes períodos de crescimento (Novel *et al.*, 2008; Uzum & Oral Toplu, 2013). Ao contrário, Saleh *et al.* (2005) e Lipens *et al.* (2000) descreveram que os frangos submetidos à restrição alimentar na fase inicial de crescimento apresentaram menor rendimento de carcaça em comparação com aqueles sob alimentação *ad libitum*. Segundo Uzum & Oral Toplu (2013), as diferenças entre os estudos de restrição alimentar no rendimento de carcaça estão provavelmente relacionadas com o sincronismo, severidade e duração da restrição alimentar.

O rendimento de gordura abdominal não foi afetado pelos programas de restrição alimentar no presente estudo, concordando com os dados de Urdaneta-Rincon & Leeson (2002) e Azarnik *et al.* (2010) que também não encontraram diferenças significativas para o peso da gordura abdominal em frangos submetidos a restrição alimentar. Resultados contrários foram relatados por Cornejo *et al.* (2007), Yang *et al.* (2009), Jalal & Zakaria (2012) e Mirshamsollahi (2013), que observaram redução na deposição de gordura do fígado e da carcaça de frangos sob regime de restrição alimentar. Furlan *et al.* (2002) sugerem que após a restrição alimentar o frango procura repor rapidamente a energia utilizada durante o período sem alimento, aumentando a lipogênese e o deposição de energia na forma de gordura.

O rendimento da gordura abdominal dos frangos aos 42 dias foi influenciado significativamente ($p \leq 0,05$) pelo sistema de produção, mas as outras características de carcaça e penas não foram ($P > 0,05$).

Tabela 4. Efeito de diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção sobre rendimento de carcaça e partes nobres, gordura e pena de frangos de corte aos 42 dias

Parâmetros (%)	Programa de alimentação (PA) ¹			Sistemas de produção (SP) ²		EPM	Fontes de variação			CV %
	AL	RD	RN	SC	DH		PA	SP	PA*SP	
Carcaça	78,93±2,6	76,85±1,6	76,75±3,3	77,63±3,5	77,40±1,8	0,46	0,0805	0,7921	0,1709	3,32
Peito	39,20±2,3	39,44±1,8	40,56±2,5	40,43±2,4	39,03±1,9	0,37	0,2605	0,0573	0,3264	5,34
Coxa	11,47±0,9	11,00±0,8	12,16±2,3	11,96±1,9	11,12±0,8	0,26	0,1613	0,0954	0,4045	12,56
Sobrecoxa	12,92±1,2	13,10±1,4	12,53±1,5	12,83±1,7	12,87±0,9	0,22	0,5566	0,9329	0,0632	10,08
Asa	9,19±0,5	9,08±0,6	9,26±0,6	9,13±0,7	9,23±0,4	0,09	0,7525	0,6163	0,4393	6,34
Gordura abdominal	1,55±0,2	1,52±0,2	1,52±0,4	1,42±0,2 ^Y	1,64±0,3 ^X	0,05	0,9705	0,0421	0,7884	20,46
Penas	3,26±0,6	3,05±0,4	3,06±0,4	3,23±0,5	3,02±0,5	0,08	0,3830	0,1595	0,0033	13,53

^{x-z}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com o teste de Tukey (P<0,05);

^{x,y}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com o teste F (P<0,05);

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas);

²SC = sistema convencional, SDH = sistema dark house;

EPM = erro-padrão da média, CV = coeficiente de variação.

Tabela 5. Desdobramento da percentagem das penas (%) de frangos aos 42 dias em função dos diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção

Sistemas de produção	Programa de alimentação ¹		
	<i>Ad libitum</i>	Restrição diurna	Restrição noturna
Convencional	3,74±0,6 ^{aA}	2,93±0,3 ^{bA}	3,01±0,2 ^{bA}
Dark house	2,79±0,2 ^{aB}	3,16±0,5 ^{aA}	3,12±0,5 ^{aA}

^{a-c}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com os programas de alimentação pelo teste de Tukey (P<0,05);

^{A,B}Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com os sistemas de produção pelo teste F (P<0,05);;

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas).

Os frangos alojados no sistema “dark house” apresentaram maior rendimento de gordura abdominal ($P = 0,0421$) de cerca de 15,5% maior que os frangos do sistema convencional. A intensidade luminosa (12 lux) e ambiente controlado do sistema “dark house” altera o comportamento das aves que se tornam mais sedentárias em comparação com as aves do sistema convencional.

Os frangos criados no sistema convencional e alimentados *ad libitum* apresentaram maior ($p \leq 0,05$) rendimento de penas que os frangos criados no mesmo sistema convencional sob o regime de restrição alimentar diurna e noturna (Tabela 5), mas não houve efeito dos programas de alimentação quando os frangos foram alojados no sistema “dark house”. Os frangos criados no regime *ad libitum* o rendimento de penas caiu quanto aos frangos criados no sistema “dark house”, o que pode ser explicado pela mais alta temperatura do sistema “dark house” (± 2 °C) em relação ao convencional. Cahaner *et al.* (1993), mostraram que a redução do empenamento aumenta o ganho de peso dos frangos em condições de alta temperatura ambiente.

Dahlke *et al.* (2005), verificaram redução no empenamento de frangos de corte criados em temperatura quente em relação as temperaturas termoneutra e fria. Segundo Yahav *et al.* (1996), o frango de corte sofre com altas temperaturas porque a sua cobertura de penas impede a dissipação de calor, conduzindo a um aumento da temperatura corporal. Para impedir este aumento de temperatura, os frangos minimizam a produção de calor endógeno através da redução da ingestão de alimento, resultando em diminuição de desempenho (Dahlke *et al.*, 2005). Como existe um equilíbrio entre o desenvolvimento das diversas estruturas do animal (Lawrence & Foller, 1997), a depressão no crescimento corporal pode vir acompanhada também por uma redução do crescimento das penas. Assim, a redução do empenamento pode ser uma resposta adaptativa da ave para a manutenção da homeostase térmica, através de uma melhor dissipação de calor (Wylie *et al.*, 2001).

3.3.4. Peso absoluto de órgãos comestíveis

Não houve efeito de interação ($P > 0,05$) entre os sistemas de produção e os programas de alimentação nos pesos dos órgãos comestíveis de frangos aos 42 dias de idade (Tabela 6).

Os programas de alimentação não afetaram ($P > 0,05$) os pesos os órgãos comestíveis. Resultado semelhante foi obtido por Tesfaye *et al.* (2011), que não observaram em aves mantidas sob restrição alimentar diferenças estatísticas para o peso relativo de vísceras,

moela e coração. Por outro lado, Gonzales *et al.* (2003) descreveram que ocorre adaptação da morfologia e fisiologia gastrointestinal em função do estresse ocasionado pelo jejum e, em seguida, a realimentação, o peso relativo dos órgãos gastrointestinais aumenta.

Tabela 6. Efeito de diferentes programas de alimentação nos sistemas de produção sobre os pesos de órgãos comestíveis de frangos de corte aos 42 dias

Programa de alimentação (PA) ¹			Sistemas de produção (SP) ²		EPM	Fontes de variação			CV, %
AL	RD	RN	SC	SDH		PA	SP	PA*SP	
Coração (g)									
12,92±2,2	10,75±2,8	11,38±3,2	12,61±2,6 ^X	10,75±2,8 ^Y	0,5	0,141	0,045	0,874	22,8
Moela (g)									
34,50±6,6	34,71±4,3	34,38±4,4	33,72±5,6	35,33±4,5	0,8	0,987	0,351	0,193	14,7
Fígado (g)									
40,50±6,5	41,46±4,8	40,75±7,8	41,44±7,4	40,36±5,2	1,1	0,933	0,623	0,335	16,0

^{x,z}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com o teste de Tukey (P<0,05);

^{x,y}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com o teste F (P<0,05);

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas);

²SC = sistema convencional, SDH = sistema dark house;

EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

Van Der Klein *et al.* (2017), avaliando o efeito da restrição alimentar durante a segunda (90, 80 e 70% do alimento *ad libitum*) e terceira (90, 85 e 80% do alimento *ad libitum*) semanas de idade em frangos do sexo misto também não verificaram diferença significativa dos tratamentos de restrição alimentar no musculo do peito, gordura abdominal, coração, pernas e fígado aos 35 dias de idade.

O peso do coração foi menor ($p \leq 0,05$) nos frangos criados no sistema “dark house” em relação aos frangos criados no sistema convencional. Segundo Liboni *et al.* (2013), a exposição do frango à luz contínua pode resultar em uma ave imunologicamente deficiente, visto que a alta taxa de crescimento tem correlação negativa com rusticidade. Isto pode ser evidenciado pelo menor tamanho dos órgãos vitais, especialmente coração e pulmões, em relação ao peso da ave, devido à seleção para rápido crescimento e melhor conversão alimentar.

3.3.5. Parâmetros físicos e biomecânicos dos ossos do fêmur e tíbia dos frangos

Houve interação significativa ($p \leq 0,05$) entre os sistemas de produção e os programas de alimentação apenas para resistência à quebra da tíbia de frangos aos 42 dias (Tabela 7).

De todos os parâmetros físicos e biomecânicos avaliados apenas o peso e o diâmetro

Tabela 7. Efeito de diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção sobre os parâmetros físicos e biomecânicos do fêmur e tíbia de frangos de corte aos 42 dias

Parâmetros ³	Programa de alimentação (PA) ¹			Sistemas de produção (SP) ²		EPM	Fontes de variação			CV, %
	AL	RD	RN	SC	SDH		PA	SP	PA*SP	
Fêmur										
PF (mg)	14,49±1,4	14,96±1,0	13,89±1,4	14,35±1,2	14,54±1,4	0,221	0,1501	0,6628	0,4278	9,06
CF (mm)	82,52±2,7	84,97±5,6	81,63±3,8	83,09±5,1	82,99±3,6	0,724	0,1687	0,9462	0,6413	5,25
DEPF (mm)	22,10±1,3	22,11±0,9	22,03±1,5	21,88±1,3	22,28±1,2	0,205	0,9840	0,3541	0,3758	5,75
DDF (mm)	9,97±0,6	9,94±0,7	9,88±0,9	9,89±0,8	9,98±0,7	0,120	0,9543	0,7277	0,2179	7,40
DEDF (mm)	23,51±1,1	23,28±0,6	22,62±1,3	23,20±1,2	23,07±1,0	0,179	0,1072	0,6877	0,2076	4,43
ISF (mg/mm)	0,175±0,01	0,176±0,01	0,170±0,01	0,173±0,01	0,175±0,01	0,002	0,3606	0,5902	0,1833	7,06
ROF (kgf/cm ²)	32,24±3,26	29,10±3,75	29,63±5,12	28,37±3,17 ^Y	32,27±4,26 ^X	8,52	0,2094	0,0173	0,3797	11,99
Tíbia										
PT (mg)	18,51±1,8 ^{xy}	19,58±1,7 ^x	17,41±1,5 ^y	18,58±1,7	18,42±2,1	0,309	0,0183	0,7894	0,9762	9,46
CT (mm)	109,73±2,9	112,50±2,6	109,63±4,8	110,15±3,4	111,10±4,0	0,618	0,1079	0,4414	0,6662	3,30
DEPT (mm)	27,97±0,6 ^y	28,73±0,9 ^x	27,68±0,9 ^y	28,01±0,8	28,24±0,7	0,153	0,0141	0,4294	0,8355	3,05
DDT (mm)	8,92±0,7	8,78±0,6	8,88±0,7	8,79±0,7	8,93±3,4	0,113	0,8812	0,5604	0,5577	8,05
DEDT (mm)	19,90±0,8	19,96±1,0	20,14±0,6	19,93±0,6	20,07±1,0	0,136	0,7704	0,6192	0,2648	4,16
IST (mg/mm)	0,169±0,01	0,174±0,01	0,159±0,01	0,168±0,01	0,166±0,01	0,002	0,0712	0,4416	0,9507	7,69
ROT (kgf/cm ²)	38,86±4,77	38,89±3,08	38,47±1,78	36,21±2,46 ^Y	40,97±2,24 ^X	0,59	0,7011	<0,0001	<0,0001	3,44

^{x-z}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com o teste de Duncan (P<0,05);

^{x,y}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com o teste F (P<0,05);

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas);

²SC = sistema convencional, SDH = sistema dark house;

³PF = peso do fêmur, CF = comprimento do fêmur, DEPF = diâmetro da epífise proximal do fêmur, DDF = diâmetro da diáfise do fêmur, DEDF = diâmetro da epífise distal do fêmur, PT = peso da tíbia, CT = comprimento da tíbia, DEPT = diâmetro da epífise proximal da tíbia, DDT = diâmetro da diáfise da tíbia, DEDT = diâmetro da epífise distal da tíbia, ISF = índice de Seedor do fêmur, IST = índice de Seedor da tíbia, ROF = resistência óssea do fêmur, ROT = resistência óssea da tíbia.

EPM = erro-padrão da média; CV = coeficiente de variação.

da epífise proximal da tíbia dos frangos aos 42 dias de idade foram influenciados ($p \leq 0,05$) pelos programas de alimentação.

Os programas de alimentação não comprometeram o peso, comprimento e diâmetros do fêmur, que concorda com o resultado de Pelicano *et al.* (2005) que não verificaram diferença estatística no diâmetro e comprimento do fêmur em frangos de 29 a 42 dias de idade quando submetidos a restrição energética e proteica. Ao contrário, Van Wyhe *et al.* (2014) observaram que perus sob restrição quantitativa de 60% de proteína e energia da dieta apresentaram fêmur mais longo que o grupo controle.

Os sistemas de produção afetaram ($p \leq 0,05$) a resistência à quebra do fêmur e da tíbia, mas não afetaram os parâmetros físicos do fêmur e da tíbia e o índice Seedor do fêmur e da tíbia dos frangos aos 42 dias de idade ($P > 0,05$).

Quanto resultado da tíbia, observar-se que a restrição alimentar diurna aumentou ($p \leq 0,05$) o peso da tíbia dos frangos em comparação com a restrição alimentar noturna, mas, foram semelhantes ($P > 0,05$) ao peso da tíbia dos frangos alimentados *ad libitum*. O diâmetro da epífise proximal da tíbia dos frangos submetidos a restrição alimentar diurna aumentou ($p \leq 0,05$) em comparação com os regimes de alimentação *ad libitum* e a restrição alimentar noturna. Este resultado discorda parcialmente daqueles de Van Wyhe *et al.* (2014) que observaram diâmetro de fêmur mais amplos em perus do tratamento *ad libitum*, como resposta adaptativa às forças de compressão que ocorrem durante a fase de rápido ganho de peso (Akhter *et al.*, 1998). Contrariamente, Bruno *et al.* (2000) relataram que a restrição alimentar qualitativa reduz o crescimento e largura, mas não o peso dos ossos longos de frangos de corte.

Os frangos alojados no sistema “dark house” apresentaram maior resistência à quebra do fêmur ($p \leq 0,05$) em comparação com os frangos criados no sistema convencional (32,27 vs 28,37 kgf/cm²). Isto pode ser explicado pelo fato dos animais criados no sistema dark house proporciona melhor bem-estar animal (Abreu & Abreu, 2011), por outro lado, os frangos no sistema convencional apresentam-se sempre em alerta, favorecendo um estresse que poderá desencadeará maior gasto de energia e, possivelmente aumento de evento imunológico. Alguns pesquisadores sugerem uma correlação entre a regulação de hormônios inflamatórios com o desenvolvimento ósseo. A remodelação óssea é regulada por fatores locais (citocinas, prostaglandinas e proteínas) e sistêmicos (hormônios como estrógeno e PTH - hormônio da paratireoide) (Raisz, 1999; Simon, 2005), onde segundo Lamano-Carvalho (2007), esses fatores locais devem atuar em concentrações precisas,

simultaneamente ou na sequência, estabelecendo interações sinérgicas ou antagônicas para garantir uma função celular plena e adequada, responsável pela formação e absorção de matriz num ritmo e duração necessários para a normalidade do tecido ósseo.

Os frangos criados no sistema convencional e submetidos a restrição alimentar noturna apresentaram maior ($p \leq 0,05$) resistência à quebra da tíbia em comparação com os frangos da restrição alimentar diurna e de alimentação *ad libitum* (Tabela 8). Ao contrário, no sistema “dark house” a pior resistência à quebra da tíbia foi detectada para os frangos de restrição alimentar no período noturno ($p \leq 0,05$).

Tabela 8. Desdobramento da resistência à quebra (kgf/cm^2) do osso da tíbia de frangos aos 42 dias em função dos diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção

Sistemas de produção	Programa de alimentação ¹		
	<i>Ad libitum</i>	Restrição diurna	Restrição noturna
Convencional	33,91±0,65 ^{cB}	36,18±1,03 ^{bB}	38,52±2,53 ^{aA}
Dark house	42,99±0,48 ^{aA}	41,61±1,37 ^{aA}	38,42±1,11 ^{bA}

^{a-c}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com os programas de alimentação pelo teste de Tukey ($P < 0,05$);

^{A,B}Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com os sistemas de produção pelo teste F ($P < 0,05$);

¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas).

Resultados de trabalhos com ratos mostraram que a restrição alimentar causa baixa resistência óssea e menor comprimento dos ossos curtos acompanhada no decréscimo da velocidade de formação óssea, aumento da reabsorção e diminuição do volume do tecido osso trabecular durante a fase de crescimento rápido do esqueleto (Devlin *et al.*, 2010). Segundo Almeida Paz *et al.* (2009), a resistência à quebra do osso e o índice Seedor estão intimamente relacionados a qualidade e saúde do tecido ósseo.

Os frangos alojados no sistema “dark house” sob regime *ad libitum* e restrição alimentar diurna apresentaram maior ($p \leq 0,05$) resistência à quebra da tíbia em relação aos frangos alojados no sistema convencional, mas não houve efeito ($P > 0,05$) do sistema convencional sobre a resistência à quebra da tíbia quando os frangos foram sujeitos a restrição alimentar noturna.

A maior resistência à quebra da tíbia dos frangos alojados no sistema “dark house” em relação ao convencional pode ser explicado pela presença contínua da luz no sistema convencional. A exposição do frango à luz contínua pode resultar em uma ave

imunologicamente deficiente, visto que a alta taxa de crescimento tem correlação negativa com rusticidade (Liboni *et al.*, 2013). A luz inibe a produção de melatonina e a escuridão a estimula, portanto, sendo responsável por manter as células sadias. Frangos expostos à luz contínua são severamente deficientes em melatonina (Nakahara *et al.*, 1997). Segundo Classen *et al.* (2004), fotoperíodos restritos estão associados a benefícios no bem-estar das aves, incluindo a diminuição do estresse fisiológico, aumento da resposta imune, acréscimo no período destinado ao descanso físico e melhora no metabolismo ósseo, o que minimiza problemas de pernas.

3.3.6. Avaliação econômica

Houve efeito de interação ($p \leq 0,05$) entre os programas de restrição alimentar e os sistemas de produção para o custo médio de arração e a viabilidade de criação de frangos (Tabela 9).

O sistema “dark house” aumentou a receita bruta média, margem bruta média, rentabilidade média, índice relativo de rentabilidade e o índice de eficiência produtiva ($p \leq 0,05$) em comparação com o sistema convencional, concordando com o obtido por Nowicki *et al.* (2011).

Os programas de alimentação não alteraram o custo médio de arração ($P > 0,05$) dentro de cada sistema de produção, enquanto o sistema “dark house” diminuiu significativamente ($p \leq 0,05$) o custo médio de arração em relação ao sistema convencional quando os frangos foram submetidos a restrição alimentar noturna na oferta de ração (Tabela 10).

No sistema convencional não houve efeito ($P > 0,05$) dos programas de alimentação nos resultados de viabilidade de criação, mas no sistema “dark house” a viabilidade melhorou significativamente ($p \leq 0,05$) quando os frangos foram tratados com restrição na oferta de ração diurna e noturna em comparação com a oferta *ad libitum*. O sistema “dark house” diminuiu significativamente a viabilidade ($p \leq 0,05$) quando os frangos receberam ração *ad libitum*, mas nenhum efeito ($P > 0,05$) foi observado entre os sistemas de produção quando os frangos foram tratados com as restrições de oferta diurna e noturna.

Os valores econômicos não foram influenciados pelos programas de alimentação, sugerindo-se a adoção dos métodos de restrição alimentar avaliadas sem prejuízos econômicos para os plantéis de frangos. Os animais submetidos a restrição diurna apresentaram maior viabilidade de criação em comparação com os animais alimentados *ad libitum*. No entanto, Novel *et al.* (2009), Hassanien (2011) e Tesfaye *et al.* (2011) observa-

Tabela 9. Efeito de diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção sobre os valores econômicos na produção de frangos de corte

Parâmetros	Programa de alimentação (PA) ¹			Sistemas de produção (SP) ²		Fontes de variação			CV %
	AL	RD	RN	SC	SDH	PA	SP	PA*SP	
RBM (R\$/ave)	12,05	11,94	11,92	11,76 ^Y	12,18 ^X	0,6702	0,0016	0,8552	3,03
CMA (R\$/ave)	6,23	6,29	6,26	6,27	6,25	0,5078	0,7495	0,0353	1,9
MBM	5,81	5,64	5,67	5,49 ^Y	5,92 ^X	0,5331	0,0026	0,7325	6,9
RM	93,28	89,76	90,72	87,72 ^Y	94,79 ^X	0,4661	0,0057	0,4510	7,81
IRR	101,72	100,82	104,47	98,26 ^Y	106,41 ^X	0,6286	0,0159	0,5621	9,35
Viab (%)	94,76 ^Y	97,62 ^X	96,67 ^{XY}	96,51	96,19	0,0592	0,7405	0,0451	2,96
Mort	5,24	2,38	3,33	3,49	3,81	0,6743	0,1221	0,0968	25,4
IEP	464,6	481,58	473,07	461,71 ^Y	484,46 ^X	0,1706	0,0034	0,1476	4,54

^{X,Y}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com o teste de Duncan (P<0,05); ^{X,Y}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com o teste F (P<0,05); ¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas); ²SC = sistema convencional, SDH = sistema dark house; ³Renda bruta média (RBM), custo médio de arraçãoamento (CMA), margem bruta média (MBM), rentabilidade média (RM), índice relativo de rentabilidade (IRR), viabilidade (VIAB), índice de eficiência produtiva (IEP) e mortalidade (MO); CV = coeficiente de variação.

Tabela 10. Desdobramento do custo médio de arraçãoamento e viabilidade de criação de frangos em função dos diferentes programas de alimentação e de sistemas de produção

Sistemas produtivos	Programa de alimentação ¹		
	<i>Ad libitum</i>	Restrição diurna	Restrição noturna
	Custo médio de arraçãoamento (R\$/ave)		
Convencional	6,18 ^{aA}	6,29 ^{aA}	6,33 ^{aA}
Dark house	6,29 ^{aA}	6,30 ^{aA}	6,18 ^{aB}
	Viabilidade de criação (%)		
Convencional	96,67 ^{aA}	97,14 ^{aA}	95,71 ^{aA}
Dark house	92,86 ^{bB}	98,10 ^{aA}	97,62 ^{aA}

^{a-c}Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem de acordo com os programas de alimentação pelo teste de Tukey (P<0,05); ^{A,B}Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na mesma coluna diferem de acordo com os sistemas de criação pelo teste F (P<0,05); ¹AL = consumo *ad libitum* durante todo o período experimental, RD = suspensão de 4 horas da oferta diurna de ração (ração removida de 06:00 às 08:00 h da manhã e de 13:00 às 15:00 h da tarde); RN = suspensão de 6 h noturna da oferta de ração (ração removida das 24:00 a 06:00 horas).

ram vantagens econômicas do grupo de frangos que foi tratado com restrição alimentar sobre o grupo que recebeu alimentação *ad libitum*.

Nenhuma das propostas de programas de restrição alimentar afetou a mortalidade, concordando com relatos de Oyedeji & Atteh (2005), Novel *et al.* (2009) e Butzen *et al.* (2013). Embora, alguns autores descreveram a redução da mortalidade em frangos quando submetidos a métodos de restrição alimentar (Teimouri *et al.*, 2005; Özkan *et al.*, 2010). A restrição alimentar modula a curva de crescimento dos frangos reduzindo a taxa de ganho nas fases iniciais, que se torna mais rápido no final da fase de criação (Yu & Robinson, 1992). Isto provoca a redução da massa corporal na fase crítica do desenvolvimento da ave, diminuindo a taxa metabólica (Reeves *et al.*, 1991; Yu & Robinson, 1992) e melhor controle da mortalidade total (Gonzales *et al.*, 1998).

3.4. CONCLUSÃO

A restrição alimentar diurna de 4 horas de duração (2 h pela manhã e 2 h à tarde) é mais eficiente que o programa *ad libitum* e o programa de restrição alimentar noturna de 6 horas de duração.

O desempenho, parâmetros ósseo e econômico no sistema de produção dark house é melhor que o sistema convencional.

3.5. REFERENCIAIS

- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1–14, 2011.
- AKHTER, M.P.; CULLEN, D.M.; PEDERSEN, E.A. *et al.* Bone response to in vivo mechanical loading in two breeds of mice. **Calcified Tissue International**, v.63, p.442–449, 1998.
- ALMEIDA PAZ, I.C.L.; MENDES, A.A.; BALOG, A. *et al.* Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Archivos de Zootecnia**, v.58, n.222, p.173-183, 2009.
- AZARNIK, A.; BOJARPOUR, M.; ESLAMI, M. *et al.* The effect of different levels of diet protein on broilers performance in *ad libitum* and feed restriction methods. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.9, n.3, p.631-634, 2010.
- BENYI, K.; ACHEAMPONG-BOATENG, O.; NORRIS, D. *et al.* Response of Ross 308 and Hubbard broiler chickens to feed removal for different durations during the day. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, p.1421-1426, 2010.
- BERTOL, T.M.; ELLIS, M.; HAMILTON, D.N. *et al.* Effects of dietary supplementation with-carnitine and fat on blood acid–base responses to handling in slaughter weight pigs. **Journal of animal science**, v.83, n.1, p.75-81, 2005.
- BRUNO, L.G.D. Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente. **Tese (Doutorado)**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista. UNESP. Jaboticabal. 72 p. 2002.
- BRUNO, L.D.G.; FURLAN, R.L., MALHEIROS, E.B. *et al.* Influence of early quantitative food restriction on long bone growth at different environmental temperatures in broiler chickens. **British Poultry Science**, v.41, p.389-394, 2000.
- BUTZEN, F.M.; RIBEIRO, A.M.L.; VIEIRA, M.M. *et al.* Early feed restriction in broilers. I- Performance, body fraction weights, and meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**, v.22, n.1, p.251- 259, 2013.
- CARVALHO, R.H.; SOARES, A.L.; GRESPAN, M. *et al.* The effects of the dark house system on growth, performance and meat quality of broiler chicken. **Animal Science Journal**, v.86, p.189–193, 2015.
- CAHANER, A.; DEEB, N. GUTMAN, M. Effects of the plumage-reducing naked-neck (Na) gene on the performance of fast-growing broilers at normal and high ambient temperature. **Poultry Science**, v.72, p.767-775, 1993.
- CHEN, W.; GUO, Y.M.; HUANG, Y.Q. *et al.* Effect of energy restriction on growth, slaughter performance, serum biochemical parameters and Lpin2/WDTC1 mRNA expression of broiler chickens in the later phase. **Journal Poultry Science**, v.49, p.12–19, 2012.
- CLASSEN, H.L.; ANNETT, C.B.; SCHWEAN-LARDNER, K.V. *et al.* The effects of lighting programmes with twelve hours of darkness per day provided in one, six or twelve hour intervals on the productivity and health of broiler chickens. **British poultry science**, v.45, p.31-32, 2004.
- CORNEJO, S.; GADELHA, A.C.; POKNIAK, J. *et al.* Qualitative feed restriction on productive performance and lipid deposition in broiler chickens. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecina**, v.56, n.6, p.1554-1562, 2007.

- DAHLKE, F.; GONZALES, E.; GADELHA, A.C. *et al.* Empenamento, níveis hormonais de triiodotironina e tiroxina e temperatura corporal de frangos de corte de diferentes genótipos criados em diferentes condições de temperatura. **Ciência Rural**, v.35, n.3, p.664-670, mai-jun, 2005
- DE JONG, I.C.; VAN VOORST, S.; BLOKHUIS, H.J., Parameters for quantification of hunger in broiler breeders. **Physiology & Behavior**, v.78, p.773–783, 2003.
- DEMIR, E.; SARICA, S.; SEKEROGU, A. *et al.* Effects of early and late feed restriction or feed withdrawal on growth performance, ascites and blood constituents of broiler chickens. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science**, v.54, p.152–158, 2004.
- DEWIL, E.; DARRAS, V.M.; SPENCER, G.S.G. *et al.* The regulation of GH-dependent hormones and enzymes after feed restriction in dwarf and control chickens. **Life Sciences**, v.64, p.1359–1371, 1999.
- FONTANA, E.A.; WEAVER JUNIOR, W.E.; DENBOW, D.M. *et al.* Early feed restriction of broilers: effects on abdominal fat pad, liver, and gizzard weights, fat deposition, and carcass composition. **Poultry Science**, v.72, n.2, p.243-250, 1993.
- FURLAN, R.L.; MACHADO, J.G.C.F.; GIACHETTO, P.F. *et al.* Desempenho e composição da carcaça de frangos de corte submetidos a diferentes períodos de arraaamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.31, v.6, p.2265-2273, 2002.
- GARNER, J.P.; FALCONE, C.; WAKENELL, P. *et al.* Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. **British Poultry Science**, v.43, p.355-363, 2002.
- GOMES, P.C.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, M.A. **Criação de frangos de corte**. Viçosa, MG. Ano 17, n.78, 1996. 18p. (Informe Técnico).
- GOUS, R.M.; CHERRY, P. Effects of body weight at and lighting regimen and growth curve to, 20 weeks on laying performance of broiler breeders. **British Poultry Science**, v.45, p.445-452, 2004.
- GONZALES, E.; JUNQUEIRA, O.M.; MACARI, M. *et al.* Uso da restrição alimentar quantitativa para diminuir a mortalidade de frangos de corte machos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 129-136, 1998.
- GONZALES, E.; KONDO, SALDANHA, E.S. *et al.* Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. **Poultry Science**, v.82, p.1250–1256, 2003.
- GUYTON, A.C., HALL, J.E. **Tratado De Fisiologia Médica**. 9. Ed. Rj. Guanabara Koogan, 1997, pg 808.
- HASSANIEM, H.H.M. Productive performance of broiler chickens as affected by feed restriction systems. **Asian Journal of Poultry Science**, v.5, n.1., p.21-27, 2011.
- JAHANPOUR, H.; SEIDAVI, A.; QOTBI, A.A.A. *et al.* Effects of the level and duration of feeding restriction on carcass components of broilers. **Archives Animal Breeding**, v.58, p.99–105, 2015.
- JALAL, M.A.R.; ZAKARIA, H. A. The effect of quantitative feed restriction during the starter period on compensatory growth and carcass characteristics of broiler chickens. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.11, n.9, p.719-724, 2012.

- JANG, I.S.; KANG, S.Y.; KO, Y.H. *et al.* Effect of quantitative feed restriction on growth performance and immune function in broiler chickens. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v.22, p.388- 395, 2009.
- KHETANI, T.L.; NKUKWANA, T.T.; CHIMONYO, M. *et al.* Effect of feed restriction on broiler performance. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.379-384, 2009.
- KLASING, K.C. **Comparative avian nutrition**. New York (USA): Cab International Press; 1998.
- KODAIRA, V.; PEREIRA, D.F.; SOARES, N.M. *et al.* Concentração de glicose sanguínea e relação heterófilo: linfócito podem ser utilizados como indicadores de estresse térmico para aves poedeiras?. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v.9, n.2, p.182-190, 2015.
- LAMANO-CARVALHO, T.L. Efeito dos anti-inflamatórios não-esteroidais convencionais e seletivos para cox-2 sobre o reparo ósseo. **Acta ortopedica brasileira**, v.15, n.3, p.166-168, 2007.
- LANHUI, L.; ZHAO, G.; REN, Z. *et al.* Effects of early feed restriction programs on production performance and hormone level in plasma of broiler chickens. **Frontiers of Agriculture in China**, v.5, p.94-101, 2011.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Hormonal, genetic and immunological influences on growth. In: LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. (ed). **Growth of farm animals**. New York: CAB INTERNATIONAL, 1997. p.102-149.
- LIBONI, B.; YOSHIDA, S.; PACHECO, A. *et al.* Diferentes programas de luz na criação de frangos de corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n.20, v.1, p.1-19, 2013.
- LIPPENS, M.; ROOM, G.; DE GROOTE, G. *et al.* Early and temporary quantitative food restriction of broiler chickens. 1. Effects on performance characteristics, mortality and meat quality. **British Poultry Science**, v.41, n.3, p.343-354, 2000.
- MAHERI-SIS, N.; SABER, S.N.; SHADDEL-TELLI, A. *et al.* Effect of feed restriction on growth performance of broiler chickens, **Annals of Biological Research**, v.2, n.6, p.247-252, 2011.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. **Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados**. 2005. 244f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MIRSHAMSOLLAHI, A. Effect of different food restriction on performance and carcass characteristics of arian and ross broiler chicks. **International Journal of Agriculture: Research and Review**, v.3, n.3, p.495-501, 2013.
- MITCHELL, H. H. **Comparative nutrition of man and domestic animals**. Vol. 1. Academic Press, New York, NY, 1962.
- MOHEBODINI, H.; DASTAR, B.; SHAMS SHARG, M. *et al.* The comparison of early feed restriction and meal feeding on performance, carcass characteristics and blood constituents of broiler chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.8, p.2069-2074, 2009.

- NAKAHARA, K.; MURAKAMI, N.; NASU, T. *et al.* Involvement of protein kinase A in the subjective nocturnal rise of melatonin release by chick pineal cells in constant darkness. **Journal of pineal research**, v.23, n.4, p.221-229, 1997.
- NOVEL, D.J.; NG'AMBI, J.W.; NORRIS, D. *et al.* Effect of sex, level and period feed restriction during the starter stage on productivity and carcass characteristics of Ross 308 broiler chickens in South Africa. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.530-537, 2008.
- NOVEL, D.J.; NG'AMBI, J.W.; NORRIS, D. *et al.* Effect of different feed restriction regimes during the starter stage on productivity and carcass characteristics of male and female Ross 308 broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v.8, n.1, p.35-39, 2009.
- NOWICKI, R.; BUTZGE, E.; OTUTUMI, L.K. *et al.* Desempenho de frangos de corte criados em aviários convencionais e escuros. **Arquivos Ciências Veterinárias Zootecnia**, v.14, p.25-28, 2011.
- ONBASILAR, E.E.; YALCIN, S.; TORLAK, E. *et al.* Effects of early feed restriction on live performance, carcass characteristics, meat and liver composition, some blood parameters, heterophile lymphocyte ratio, antibody production and tonic immobility duration. **Tropical Animal Health and Production**, v.41, p.1513-1519, 2009.
- OYEDEJI, J.O.; ATTEH, J.O. Response of broilers to feeding manipulations. **International Journal of Poultry Science**, v.4, n.2, p.91-95, 2005.
- ÖZKAN, S.; TAKMA, Ç.; YAHAV, S. *et al.* The effects of feed restriction and ambient temperature on growth and ascites mortality of broilers reared at high altitude. **Poultry Science**, v.89, p.974-985, 2010.
- PARK, S.Y.; BIRKHOLD, S.G.; KUBEN, L.F. *et al.* Effect of storage condition on bone breaking strength and bone ash in laying hens at different stages in production cycles. **Poultry Science**, v.82, p.1688-1691, 2003.
- PELICANO, E.R.L.; BERNAL, F.E.M.; FURLAN, R.L. *et al.* Efeito da temperatura ambiente e da restrição alimentar proteica ou energética sobre o ganho de peso e crescimento ósseo de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.3, p.353-360, 2005.
- PINHEIRO, D.F.; CRUZ, V.C.; SARTORI, J.R. *et al.* Effect of early feed restriction and enzyme supplementation on digestive enzyme activities in broilers. **Poultry Science**, v.83, p.1544-1550, 2004.
- RAHIMI, S.; SEIDAVI, A.; SAHRAEI, M. *et al.* Effects of feed restriction and diet nutrient density during re-alimentation on growth performance, carcass traits, organ weight, blood parameters and the immune response of broilers. **Italian Journal of Animal Science**, v.14, n.3, p.583-590, 2015.
- RAISZ, L.G. Physiology and pathophysiology of bone remodeling. **Clinical Chemistry**, v.45, n.8B, p.1353-1358, 1999.
- RAJMAN, M.; JURIÁNI, M.; LAMOŠOVÁ, D. *et al.* The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v.145, p.363-371, 2006.

- RAMOS, K.C.B.T.; GOMES, A.V.C.; LIMA, C.A.R. Desempenho produtivo e econômico de frangos de corte submetidos a programas de restrição alimentar. **Ciência Animal Brasileira**, v.12, n.1, p.8-16, 2011.
- REEVES, J.T.; BALLAM, G.; HOFMEISTER, S. *et al.* Improved arterial oxygenation with feed restriction in rapidly growing broiler chickens. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology**, v.99, n.3, p.481-485, 1991.
- REZAEI, M.; HAJATI, H. Effect of diet dilution at early age on performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler chicks. **Italian Journal of Animal Science**, v.9, p.93-100, 2010.
- RIESENFELD, G.; GEVA, A.; HURWITZ, S. Glucose homeostasis in the chicken. **Journal of Nutrition**, n.112, p.2261-2266, 1982.
- ROSA, S.P.; AVILA, V.S.; JAENISCH, F.R.F. **Restrição alimentar em frangos de corte: como explorar o seu potencial.** Pronunciamento Técnico, Concórdia: Embrapa: Suínos e Aves, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. *et al.* **Tabelas brasileiras para suínos e aves: composição de alimentos e exigências nutricionais.** 3ª. Ed. Viçosa: UFV; DZO – Departamento de Zootecnia, 136p, 2011.
- ROVARIS, E.; CORRÊA, G.S.S.; CORRÊA, A.B. *et al.* Desempenho de frangos de corte criados em aviários dark house versus convencional. **PUBVET**, v.8, n.18, Ed. 267, Art. 1778, Setembro, 2014.
- SAHRAEI, M. Feed restriction in broiler chickens production: Review. **Global Veterinaria**, v.8, n.5, p.449-458, 2012.
- SAHRAEI, M.; HADLOO, M.H.M. Effect of physical feed restriction in finisher period on carcass traits and broiler chickens performance. **Global Veterinaria**, v.9, n.2, p.201-204, 2012.
- SALEH, E.A.; WATKINS, S.E.; WALDROUP, A.L. *et al.* Effects of early quantitative feed restriction on live performance and carcass composition of male broilers grown for further processing. **Journal of Applied Poultry Research**, v.14, n.1, p.87-93, 2005.
- SEEDOR, J.G. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.4, p.265-270, 1993.
- SHABANI, S.; SEIDAVI, A.; ASADPOUR, L. *et al.* Effects of physical form of diet and intensity and duration of feed restriction on the growth performance, blood variables, microbial flora, immunity, and carcass and organ characteristics of broiler chickens. **Livestock Science**, v.180, p.150-157, 2015.
- SIMON, L. Osteoporosis. **Clinics in Geriatric Medicine**, v.21, p.603-629, 2005.
- TEIMOURI, A.; REZAEI, M.; POURREZA, J. *et al.* Effect of diet dilution in the starter period on performance and carcass characteristics of broiler chicks. **International Journal of Poultry Science**, v.4, p.1006-1011, 2005.
- TESFAYE, E.; TAMIR, B.; HAILE, A. *et al.* Effect of skip-a-day feed restriction on carcass yield characteristics and economic advantages of Rhode Island Red Pullets. **African Journal of Agricultural Research**, v.6, n.4, p.849-855, 2011.
- TOLKAMP, B.J.; SANDILANDS, V.; KYRIAZAKIS, I. Effect of qualitative feed restriction during rearing on the performance of broiler breeders during rearing and lay. **Poultry Science**, v.84, p.1286-1293, 2005.

- URDANETA-RINCON, M.; LEESON, S. Quantitative and qualitative feed restriction on growth characteristics of male broiler chickens. **Poultry Science**, v.81, n.5, p.679-688, 2002.
- UZUM, M.H.; ORAL TOPLU, H.D. Effects of stocking density and feed restriction on performance, carcass, meat quality characteristics and some stress parameters in broilers under heat stress. **Revue de Médecine Vétérinaire**, Toulouse, v.12, n.164, p.546-554, 2013.
- VAN DER KLEIN, S.A.S.; SILVA, F.A.; KWAKKEL, RP.; ZUIDHOF, M.J. The effect of quantitative feed restriction on allometric growth in broilers. **Poultry Science**, v.96, p.118-126, 2017.
- VAN WYHE, R.C.; REGMI, P.; POWELL, B.J. *et al.* Bone characteristics and femoral strength in commercial toms: The effect of protein and energy restriction. **Poultry science**, v.93, n.4, p.943-952, 2014.
- WYLIE, L.M.; ROBERTSON, G.W.; MACLEOD, M.G. *et al.* Effects of ambient temperature and restricted feeding on growth of feathers in growing turkeys. **British Poultry Science**, London, v.42, p.449-455, 2001.
- YAHAV, S.; LUGER, D.; CAHANER, A. *et al.* Thermoregulation in naked neck chickens subjected to different ambient temperatures. **British Poultry Science**, v.39, n.1, p.133-138, 1998.
- YANG, Y.X.; GUO, J.; YOON, S.Y. *et al.* Early energy and protein reduction: effects on growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in broilers. **British Poultry Science**, v.50, n.2, p.218 - 227, 2009.
- YU, M.W.; ROBINSON, F.E. The application of short-term feed restriction to broiler chickens production: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v.1, n.1, p. 147-153, 1992.
- ZHAN, X.A.; WANG, M.; REN, H. *et al.* Effect of early feed restriction on metabolic programming and compensatory growth in broiler chickens. **Poultry Science**, v.86, p.654-660, 2007.