

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós- Graduação em Zootecnia



Dissertação

Farelo de canola em dietas de frangos de corte

Priscila de Oliveira Moraes

Pelotas/ RS, 2014

Priscila de Oliveira Moraes

Farelo de canola em dietas de frangos de corte

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências, na área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier

Co - orientador: Pesq. Dr. Everton Luis Krabbe

Co - orientador: Profa. Dra. Carine Dahl Corcini

Pelotas, 2014

Banca examinadora

Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier (Presidente/ UFPEL)

Prof. Ph.D. Fernando Rutz (UFPEL)

Dra. Jaqueline Schneider Lemes (Pós Doutoranda do Programa PNPd- UFPEL)

Dra. Beatriz Simões Valente (Médica Veterinária)

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pelotas e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela oportunidade de realização do curso de mestrado e pela formação profissional.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier pela orientação, confiança e paciência neste e em outros trabalhos realizados ao longo da graduação e mestrado. MUITO OBRIGADA!

Ao meu co-orientador Pesq. Everton Luis Krabbe, pelo exemplo de profissionalismo e incentivo ao meu trabalho. Obrigada pelo apoio em todos os momentos. MUITO OBRIGADA!

A minha co-orientadora Carine Dahl Corcini, pelo apoio prestado nas análises, pelas conversas e principalmente pelo sorriso e carinho.

A Beatriz Valente minha eterna “orientadora” e grande amiga, pelos conselhos, puxões de orelhas, por me escutar nos momentos de tristeza, enfim obrigada por me suportar nesses sete anos de trajetória trabalhando juntas.

A minha família que representam para mim um porto seguro, obrigada pelo amor e auxílio. Pelo táxi do papai sempre disposto a qualquer hora e momento. A minha mãe mulher de fibra, garra e coragem, quem me ensinou a lutar pelos meus sonhos e sem dúvida a pessoa em que me espelho. A minha irmã pela amizade, carinho e torcida.

Ao meu namorado Ari, pelo carinho, compreensão e respeito ao meu trabalho. Por partilhar das minhas angústias e medos sempre me apoiando.

A minha amiga Amanda pelo incentivo e torcida, pelas ligações no final da tarde que me ajudavam a relaxar nos momentos mais difíceis, obrigada amiga pelo carinho sincero sem pedir nada em troca, apenas amizade! Amo-te.

A amiga Liliane por ter me auxiliado incondicionalmente em todos os momentos do meu experimento, por correr atrás da realização do nosso sonho, a publicação do livro sobre alimentos alternativos, pelas conversas e apoio em todos os momentos. É sempre bom ter amigos com que podemos contar. Muito obrigada!

Às minhas colegas da Pós-graduação Aiane, Martha e Edenilse, pela parceria de trabalho.

Ao Prof. Dr. João Carlos Maier por todo material de estudo concedido, pelas participações em suas aulas e o mais importante pela amizade, brincadeiras e simplicidade em seus ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Marcos Anciuti por ceder as instalações do IFSul-CAVG para realização deste experimento. E também toda equipe de funcionários, principalmente o Henri, Lincoln e Sérgio que me apoiaram em todos os momentos. **MUITO OBRIGADA!**

Ao Prof. Antônio Sergio Varella pelo apoio nas análises histológicas, por disponibilizar tempo indo ao meu experimento e me auxiliando na coleta do material, bem como por disponibilizar sua equipe para processar as amostras no laboratório da FURG.

A Pós-Doutoranda Jaqueline Lemes pela ajuda, paciência e orientação na realização das análises de qualidade de carne. Mas principalmente obrigada pela parceria, é muito bom trabalhar ao seu lado.

A Vicky Kawski por ceder o laboratório da Embrapa/CNPSA para a realização da análise de resistência óssea e pelo material de estudo concedido.

Ao pesquisador Ari Jarbas Sandi, economista da Embrapa/CNPSA, pela paciência, atenção e o apoio para a realização da análise econômica.

Aos alunos do grupo GEASPEL por toda a ajuda prestada durante o experimento e atividades laboratoriais. Um agradecimento especial para Carol, Renata, Bruna Bueno e Suelen, grandes parceiras!

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, finalizando mais uma etapa de estudos. Graças ao apoio de vocês continuo apaixonada pelo que faço.

MUITO OBRIGADA!

“Apesar dos nossos defeitos, precisamos enxergar que somos pérolas únicas no teatro da vida e entender que não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas. O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou desistem deles”.

Augusto Cury.

Resumo

MORAES, Priscila de Oliveira. **Farelo de canola em dietas de frangos de corte**. 2014. 119f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte, sobre o desempenho produtivo, resistência óssea, morfometria intestinal, qualidade de carne e análise econômica. Foram alojados 300 frangos da linhagem *Cobb*, com um dia de idade, até os 42 dias. As aves foram distribuídas ao acaso em um delineamento completamente casualizado, contendo cinco níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (T1 - 0%, T2 - 25%, T3 - 50%, T4 - 75% e T5 - 100%) e seis repetições com dez aves cada uma. As dietas basais foram formuladas a base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves. Para avaliação do efeito dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, com exceção da análise sensorial, foi utilizada análise de regressão polinomial. Para análise sensorial foi utilizada a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. O ganho de peso e a conversão alimentar apresentaram uma resposta linear decrescente na primeira semana de vida das aves com o aumento dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Após os 21 dias de idade, não houve diferença significativa para o ganho de peso semanal. Os pesos relativos do fígado e do coração apresentaram uma resposta linear crescente com o aumento do farelo de canola na dieta. Com relação à biometria, apenas o comprimento do jejuno aos 21 dias apresentou uma resposta linear crescente com o aumento do farelo de canola na dieta. Houve efeito significativo da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre a resistência óssea apenas aos 14 dias de idade, apresentando uma resposta quadrática, aumentando até o nível de 28,64% de substituição e decrescendo conforme aumentou o farelo de canola na dieta. Aos 35 dias o teor de cálcio aumentou significativamente com o incremento do farelo de canola na dieta, nesta mesma idade o teor de cinza foi significativo, apresentando uma resposta quadrática, diminuindo até o nível de 64,92% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola e aumentando posteriormente. A altura das vilosidades no duodeno e o jejuno apresentou uma resposta linear decrescente, diferentemente do íleo, que apresentou uma resposta linear crescente. O teor de proteína da perna dos frangos apresentou uma resposta quadrática, aumentando até o nível de 40,21% e diminuindo posteriormente conforme aumentou o teor de canola na dieta. O teor de lipídios, tanto na perna como no peito dos frangos, também apresentou uma resposta quadrática diminuindo, respectivamente, até os níveis de 26,83% e 30,75% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, aumentando posteriormente. Na análise sensorial foram encontradas diferenças para cor, odor, sabor e dureza. Com relação à análise econômica na fase de crescimento foi possível alcançar maior renda bruta para o nível de substituição de 25%. Em conclusão, o farelo de canola pode substituir o farelo de soja até o nível de 25% na dieta de crescimento dos frangos de corte, no entanto são necessários mais estudos.

Palavras-chaves: Alimentos Alternativos. Avicultura. Economia. Proteína.

Abstract

MORAES, Priscila de Oliveira. **Canola meal in diets for broilers**. 2014. 119f Thesis (Master Degree) – Animal Sciences Graduate Program. Federal University of Pelotas – Pelotas City – Rio Grande do Sul State – Brazil.

This study aimed to evaluate the replacement of soybean meal by canola meal in diets of broilers on the performance, bone strength, intestinal morphology, meat quality and economic analysis. Three hundred broilers of Cobb were housed with a day old, up to 42 days. The broilers were randomly distributed in a completely randomized design with five levels of replacement of soybean meal by canola meal (T1 - 0%, T2 - 25%, T3 - 50%, T4 - 75% e T5 – 100%) and six replicates with ten broilers each. The basal diets were formulated based on corn and soybean meal, meeting the nutritional requirements of broilers. To evaluate the effect of inclusion levels of canola except in sensory analysis polynomial regression analysis was used. Sensory analysis was applied to analysis of variance and means were compared by Tukey test. The variables of weight gain and feed conversion obtained a decreasing linear response in the first week of bird life with increasing levels of replacement of soybean meal by canola meal. After 21 days of age, the chickens had no significant difference for the weekly weight gain. The relative weights of liver and heart showed a linear correlation with the increase in the canola meal diet. With respect to biometry, only the length of the jejunum at 21 days showed a linear correlation with the increase in the canola meal diet. There was a significant effect of replacing soybean meal by canola meal on bone strength only at 14 days of age, showing a quadratic response to the increasing level of 28.64 % and decreasing replacement as increased canola meal in the diet. At 35 days the calcium content increased significantly with the increase of rapeseed meal in the diet, this same age the ash content was significant, showing a quadratic response, decreasing to the level of 64.92 % replacement of soybean meal by canola meal and increasing thereafter. The villus height in the duodenum and jejunum showed a decreasing linear response, unlike the ileum, which showed a linear response increasing the protein content of chicken leg showed a quadratic response to the increasing level of 40.21 % and decreasing thereafter as increased content of canola diet. The lipid content in both the leg and the breast of broilers also showed a quadratic response decreasing, respectively, to levels of 26.83 % and 30.75% replacement of soybean meal by canola meal, increasing thereafter. Differences in sensory evaluation for color, odor, taste and hardness were found. With respect to economic analysis in the growth phase was achieved higher gross income to the replacement level of 25 %. In conclusion, canola meal can replace soybean meal to the level of 25 % growth in the diet of broiler chickens, however further studies are needed.

Key-words: Alternative Food. Economy. Poultry. Protein.

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Relação entre o ICPFrango e o preço do farelo de soja ao longo de um ano | 20 |
| Figura 2 - Esquema geral da obtenção do farelo de canola pelos dois métodos de extração..... | 24 |
| Figura 3 - Relação entre o funcionamento da tireoide e a influência do metabolismo dos glucosinolatos. | 29 |
| Figura 4 - Demonstração da variação de preço entre os farelos de canola e soja. | 40 |
| Figura 5 - Intestino delgado. A) Medida da vilosidade; B) Medida da profundidade da cripta. C). Medida da altura do epitélio. | 50 |
| Figura 6 - Tireoide. A) Diâmetro do folículo. B) Altura do epitélio..... | 50 |
| Figura 7 – Relação entre as médias de peso aos 7 e aos 42 dias. | 56 |
| Figura 8 - Relação entre o consumo de ração semanal (CRS), ganho de peso semanal (GPS) e conversão alimentar semanal (CAS) aos 28 dias de idade..... | 59 |
| Figura 9 - Balanço eletrolítico das dietas de acordo com cada fase. | 74 |
| Figura 10 - Teores de cinzas e cálcio nas tíbias de frangos submetidos à dieta com níveis crescente de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta, aos 42 dias de idade..... | 75 |
| Figura 11 - Altura das vilosidades aos 42 dias de idade de frangos de corte submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. | 79 |
| Figura 12 - Profundidade de cripta aos 42 dias de idade de frangos de corte submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. | 80 |
| Figura 13 - Relação entre a altura das vilosidades (VL) e a profundidade de cripta (PC) aos 42 dias de idade de frangos de corte submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. | 80 |
| Figura 14 - Relação entre a altura das vilosidades do jejuno aos 28 dias de idade dos frangos de corte alimentados com níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola..... | 83 |
| Figura 15 - Tireoide de frangos. A) Folículos mais ou menos esféricos, 100% farelo de soja B) Folículos de tamanhos diferenciados, 100% farelo de canola..... | 89 |

| | |
|--|-----|
| Figura 16 - Teor de proteína bruta (%) em pernas de frangos de corte submetidos à dieta com níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola. | 92 |
| Figura 17 - Teor de lipídios (%) em pernas de frangos de corte submetidos à dieta com níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola..... | 92 |
| Figura 18 - Teor de lipídios (%) em peito de frangos de corte submetidos à dieta com níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola..... | 93 |
| Figura 19 - Relação entre o custo do quilo da ração por tratamento e as fases de produção de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola..... | 100 |

Lista de tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Diferenças na composição nutricional do farelo de canola (%). | 25 |
| Tabela 2 - Composição química do farelo de canola e do farelo de soja. | 26 |
| Tabela 3 - Composição nutricional das dietas experimentais (%). | 45 |
| Tabela 4 - Peso vivo semanal (PVS), ganho de peso semanal (GPS) e ganho de peso acumulado (GPAC) de frangos submetidos à dieta com níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades. | 55 |
| Tabela 5 - Consumo de ração semanal (CRS), consumo de ração acumulado (CRAC), conversão alimentar semanal (CAS), conversão alimentar acumulado (CAAC) de frangos submetidos à dieta com níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades. | 58 |
| Tabela 6 - Índice de eficiência alimentar (IEA), índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos submetidos à dieta com níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades. | 60 |
| Tabela 7 - Peso e rendimento da carcaça de frangos alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade..... | 63 |
| Tabela 8 - Biometria de vísceras não comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade | 67 |
| Tabela 9 - Biometria de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade..... | 70 |
| Tabela 10 - Resistência óssea (RO), teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias de frangos submetidos a níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades. | 73 |
| Tabela 11 - Morfometria do duodeno de frangos de corte em diferentes idades em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. ... | 78 |
| Tabela 12 - Morfometria do jejuno de frangos de corte em diferentes idades em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. ... | 82 |
| Tabela 13 - Morfometria do íleo de frangos de corte em diferentes idades em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola..... | 85 |
| Tabela 14 - Histologia da tireoide sobre as variáveis (Var) diâmetro folicular (DF) e AE (altura do epitélio) em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte aos 35 e 42 dias de idade (ID)..... | 88 |

- Tabela 15 - Composição centesimal da perna (coxa+sobrecoxa) e do peito de frangos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.....91
- Tabela 16 - Características instrumentais de carne de frangos submetidos a dietas com níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.....95
- Tabela 17 - Valores médios, coeficiente de variação (%), nível de significância (p) para as variáveis de coloração dos peitos de frangos alimentados com níveis crescentes de farelo de canola..97
- Tabela 18 - Características sensoriais da carne de frangos de corte submetidas a dietas com substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.988
- Tabela 19 - Análise econômica dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta de frangos de corte, em função das variáveis de custo médio de ração (CMR), renda bruta média (RBM), margem bruta (MB) e índice de rentabilidade (IR) em diferentes fases da produção. 101

Sumário

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 15 |
| 2. | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 2.1. | Avicultura..... | 18 |
| 2.2. | Importância dos alimentos alternativos..... | 19 |
| 2.3. | Canola | 21 |
| 2.3.1. | Origem..... | 22 |
| 2.3.2. | Obtenção do farelo de canola..... | 23 |
| 2.3.3. | Composição química | 25 |
| 2.3.4. | Fatores antinutricionais do farelo de canola | 27 |
| 2.3.4.1. | Glucosinolatos | 28 |
| 2.3.4.2. | Ácido erúcido | 30 |
| 2.3.4.3. | Taninos..... | 30 |
| 2.3.4.4. | Ácido fítico | 32 |
| 2.3.4.5. | Sinapina..... | 33 |
| 2.3.4.6. | Polissarídeos não amiláceos (PNA's)..... | 33 |
| 2.3.5. | Energia metabolizável | 34 |
| 2.3.6. | Balanco eletrolítico | 35 |
| 2.3.7. | Utilização da canola na avicultura | 36 |
| 2.4. | Viabilidade econômica da utilização da canola | 39 |
| 3. | MATERIAL E MÉTODOS | 42 |
| 3.1. | Local e período experimental | 42 |
| 3.2. | Animais..... | 42 |
| 3.3. | Instalações e programa de luz..... | 42 |
| 3.4. | Delineamento experimental | 43 |
| 3.5. | Dietas experimentais | 43 |
| 3.6. | Variáveis analisadas..... | 46 |
| 3.6.1. | Desempenho zootécnico | 46 |
| 3.6.2. | Avaliação das características de carcaça e biometria dos órgãos | 46 |
| 3.6.3. | Resistência óssea, cinzas, fósforo, cálcio das tíbias e balanço eletrolítico da dieta..... | 47 |
| 3.6.4. | Análise morfométrica da mucosa intestinal e tireoide..... | 49 |

| | | |
|--------|--|-----|
| 3.6.5. | Análise centesimal da carne..... | 50 |
| 3.6.6. | Análise instrumental | 51 |
| 3.6.7. | Análise sensorial | 52 |
| 3.6.8. | Análise econômica | 52 |
| 3.6.9. | Análise estatística..... | 53 |
| 4. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 54 |
| 4.1. | Desempenho zootécnico | 54 |
| 4.2. | Características de carcaça e biometria dos órgãos | 62 |
| 4.3. | Resistência óssea, cinzas, fósforo e cálcio das tíbias | 72 |
| 4.4. | Morfometria da mucosa intestinal e tireoide | 77 |
| 4.5. | Análise centesimal da carne..... | 90 |
| 4.6. | Análise instrumental | 95 |
| 4.7. | Análise sensorial | 97 |
| 4.8. | Análise econômica | 100 |
| 5. | CONCLUSÕES | 104 |
| 6. | REFERÊNCIAS | 105 |
| | ANEXOS | 118 |

1. INTRODUÇÃO

Uma pesquisa sobre o consumo de carne de frangos foi publicada pela UBABEF (2013) e realizada pelo Centro de Assessoria e Pesquisa de Mercado (CEAP) com 2.869 famílias de todo o Brasil, representando a maior radiografia sobre hábitos de consumo de frango no país. Segundo a pesquisa, 58% dos entrevistados consomem carne de frango mais de três vezes por semana, comprovando que a mesma se tornou definitivamente um hábito alimentar do brasileiro não por ser apenas uma proteína animal acessível economicamente, mas, principalmente, por representar um alimento saudável e nutritivo.

Essa preferência se reflete nos números da avicultura, já que a produção total brasileira de carne de frango foi de 12,645 milhões de toneladas em 2012. Deste volume, 31% foi destinado ao mercado externo e 69% ao consumo interno. O brasileiro atingiu a marca de 45kg *per capita* neste ano (UBABEF, 2013).

Ainda em 2012, o Brasil se manteve no *ranking* mundial como o terceiro produtor e o primeiro país em exportação, embora o ano tenha sido desafiador para a avicultura, visto que as principais matérias primas da dieta, o milho e o farelo de soja, estavam em alta. O farelo de soja chegou a custar R\$ 1.400,00 a tonelada em agosto, sendo que no mesmo período do ano anterior o valor era de R\$ 600,00. Tal elevação ocorreu principalmente em função de falta de chuvas regulares nos Estados Unidos da América (EUA) e na Rússia, importantes exportadores de alimentos e, conseqüentemente, reduzindo os estoques mundiais de soja (CONTINI; PENA Jr.; VIEIRA, 2013).

Para tentar evitar ou reduzir o prejuízo econômico ao produtor e o aumento de preço da carne de frango ao consumidor, é preciso analisar a disponibilidade de alimentos alternativos que possam substituir em parte ou em toda a fonte proteica da dieta. Nessas avaliações deve ser considerado o valor nutritivo do alimento, o

melhor nível de sua inclusão e a sua viabilidade econômica. Nesse contexto, o farelo de canola tem sido testado como fonte de proteína na dieta, substituindo o farelo de soja em parte ou em todo (LEESON; ATTEH; SUMMERS, 1987; NASCIMENTO et al., 1998; FRANZOI et al., 1998; FRANZOI et al., 2000; CASARTELLI et al., 2007).

A canola (*Brassica napus L. var. Oleifera*) é uma cultura de inverno que vem se destacando nos últimos anos na produção de grãos no Brasil. O grão pode conter 50% de óleo, o que torna sua utilização atrativa na indústria de biodiesel (PENA et al., 2010). Segundo a CONAB (2012), na safra de 2010/2011 foram produzidas 70 mil toneladas desse grão. Essa produção de biodiesel leva a geração de um subproduto, o farelo de canola, resultante da moagem das sementes de canola após a extração do óleo.

Este farelo possui um conteúdo de proteína bruta de aproximadamente 38%, enquanto o perfil de aminoácidos é comparado favoravelmente ao do farelo de soja, tendo menos lisina, porém mais metionina e cistina (CASARTELLI et al., 2007). Possui baixo teor de glucosinolatos, ácido erúxico e outras substâncias antinutricionais que afetam o desempenho das aves (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009). No entanto, o farelo de canola apresenta níveis inferiores de proteína e energia metabolizável e níveis superiores de fibra quando comparado ao farelo de soja (PENA et al., 2010).

A utilização de alimentos alternativos não implica apenas em observação da alteração da velocidade de crescimento dos frangos. Além da eficiência com que as aves crescem, assumem importância os processos metabólicos de transformação dos alimentos e a forma com que os depósitos de proteína e de gordura são formados e acumulados. Quaisquer alterações nas composições de dietas não devem ser acompanhadas de redução na quantidade e/ou qualidade das porções comestíveis produzidas (FRANZOI et al., 2000).

Segundo Brugalli et al. (1999), ao formular-se uma dieta é importante estar atento a sua composição química, que constitui um dos fatores que determina o valor nutricional dos alimentos. Também é necessário que, além da composição, seja avaliada a disponibilidade dos nutrientes, bem como o valor energético, a fim de que haja melhor utilização na formulação e no balanceamento das dietas para aves, tornando-as de menor custo.

Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte, sobre o

desempenho produtivo, resistência óssea, morfometria intestinal, qualidade de carne e viabilidade econômica.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Avicultura

O agronegócio do frango tem movimentado grandes volumes de produtos (carne e derivados), tanto no mercado interno quanto externo. Desde 2004 o Brasil ocupa um importante destaque no *ranking* mundial de produção e exportação de carne de frango, respectivamente o terceiro e o primeiro lugar. No ano de 2012 a produção chegou a 12,645 milhões e o embarque para o mercado externo foi de 3,918 milhões de toneladas de carne de frango. Do volume total produzido no país, 69% foi destinado ao consumo interno, que tem em média um consumo *per capita* anual de 45kg. A região Sul do Brasil é de extrema importância para a cadeia produtiva do frango. Com os seus três estados abrange cerca de 60% da produção total do território nacional (UBABEF, 2013).

A avicultura brasileira evoluiu em consequência de diversos fatores, como: utilização de avanços tecnológicos (melhoramento genético, nutrição, sanidade, manejo e ambiência); incrementos de produtividade; integração ou parceria entre agroindústria e produtores; aumento das áreas produzidas; qualificação da mão de obra; e abertura de novos mercados. Essa atividade agropecuária reúne em sua estrutura funcional três importantes elementos no cálculo econômico em sua configuração atual: tecnologia de ponta, eficiência na produção e diversificação no consumo (COELHO; BORGES, 2011).

Dentre os fatores de evolução avícola, a nutrição apresenta um papel importante, que abrange o conhecimento do potencial nutritivo dos ingredientes e as exigências nutricionais das aves, buscando formular dietas econômicas e que proporcionem condições que favoreçam a expressão do máximo potencial genético das aves (BARBOSA et al., 2001).

De um modo geral, as dietas de frangos de corte, no Brasil, são constituídas por alimentos de origem vegetal, sendo o milho e o farelo de soja a base da alimentação, representando cerca de 90% das mesmas. No entanto, parte do milho e do farelo de soja vem sendo continuamente destinada à produção de etanol e biodiesel, respectivamente, fazendo com que se eleve o custo destes ingredientes no mercado, aumentando a necessidade de utilização de alimentos alternativos na alimentação animal (BRUM Jr., 2006).

2.2. Importância dos alimentos alternativos

A nutrição animal é uma mistura de diferentes alimentos que compõem o balanço de nutrientes que satisfazem as exigências nutricionais das aves de acordo com sua linhagem e idade. No entanto, os alimentos representam cerca de 75% do custo de produção das aves. Assim, qualquer fator que propicie uma redução no custo da dieta ou melhora no desempenho pode representar um efeito significativo na lucratividade pelo produtor. Entretanto, a indústria avícola utiliza um número limitado de ingredientes na formulação das dietas (BARBOSA et al., 2001)

No Brasil, têm-se o milho como a principal fonte de energia das dietas e a soja como a principal fonte proteica. Dessa forma, os custos da alimentação ficam sujeitos às oscilações de preços das principais matérias primas da dieta. Quando há um aumento de preço no mercado de grãos, principalmente do milho e da soja, há um correspondente aumento de custo de produção na avicultura. No ano de 2012, uma estiagem nos Estados Unidos da América (EUA) e na Rússia, importantes exportadores de alimentos, levou a baixos estoques mundiais de milho, soja e trigo, provocando um aumento de 17% dos preços dos cereais (CONTINI; PENA Jr.; VIEIRA, 2013). Pelo potencial agrônômico encontrado no Brasil, como forma de minimizar o impacto mundial dessa estiagem norte-americana, houve um aumento da exportação das principais matérias primas da dieta avícola. E, como aumentou a demanda e diminuiu a oferta, conseqüentemente houve um aumento de preço desses insumos, fato que, segundo Contini; Pena Jr. e Vieira (2013), levou os avicultores a sofrerem o impacto dessa oscilação de preço no mercado, trabalhando durante alguns meses com margem negativa de lucro.

O Centro de Inteligência de Aves e Suínos da Embrapa (CIAS/EMBRAPA) lança mensalmente o “Índice de Custos da Produção de Frangos”

(ICPFrango/EMBRAPA), o qual relaciona em uma escala de pontos os custos de produção de frangos, levando em consideração a porcentagem de custos da nutrição, pintos de 1 dia, mão de obra, instalações/equipamentos/rebanho, transporte, energia/água/calefação/cama, manutenção/financeiro/Funrural, sanidade e diversos.

Analisando o ICPFrango/Embrapa e relacionando com o preço do farelo de soja mensalmente ao longo de um ano (Fig. 1), pode-se notar que o aumento de preço do farelo de soja ao longo do ano teve uma correlação positiva com o ICPFrango/EMBRAPA.

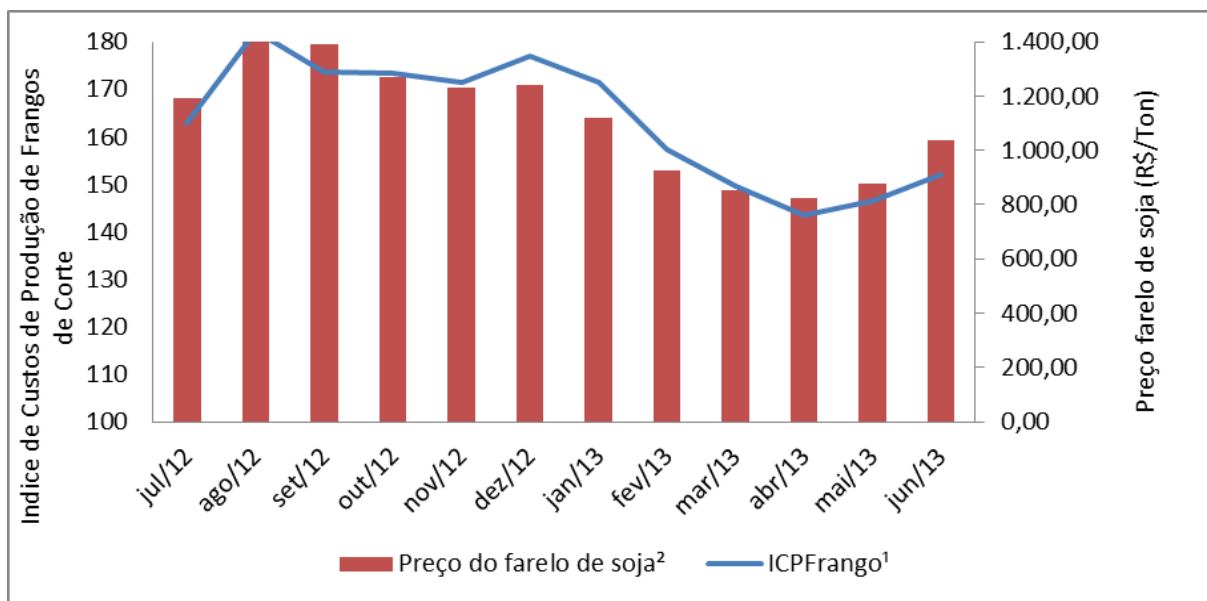


Figura 1 - Relação entre o ICPFrango e o preço do farelo de soja ao longo de um ano.

Fonte: Adaptado de ¹CIAS/EMBRAPA (2013) e ²Ipeadata (2013).

O farelo de soja é uma *commoditie* e no ano de 2012 foi a mais valorizada em função de uma estiagem, conforme já supracitado, o que levou a uma diminuição da oferta do grão, aumentando o seu preço para as empresas esmagadoras. Este fato influenciou diretamente o preço do farelo de soja, conforme demonstrado na Fig.1, nos meses mais críticos, como agosto e setembro, onde a sua tonelada no mercado internacional estava custando R\$ 1.400,00. Dessa forma, houve um reflexo direto nos custos de produção do frango de corte, visto que o farelo de soja é a fonte proteica mais utilizada na dieta, compondo cerca de 35% da mesma. Sendo uma *commoditie*, seu preço está sujeito a flutuações tanto do mercado interno, como externo.

Como uma forma de amenizar os impactos causados nos custos de produção da avicultura pelas oscilações de preço do farelo de soja, há uma necessidade crescente de estudos sobre a utilização de alimentos alternativos.

No entanto, a busca por esses alimentos não deve estar conectada apenas ao âmbito financeiro. O nutricionista deve estar atento também a questões de composição química, como um dos fatores que determina o valor nutricional dos alimentos. Também é necessário que, além da composição, seja avaliada a disponibilidade dos nutrientes, bem como o valor energético, a fim de que haja melhor utilização na formulação e no balanceamento das dietas para aves, tornando-as de menor custo (BRUGALLI et al., 1999).

Um dos ingredientes que vem sendo testado como alternativa para substituir, em parte ou em todo, o farelo de soja nas dietas é o farelo de canola (FRANZOI et al, 2000).

2.3. Canola

A canola (*Brassica napus L. var. Oleifera*) é uma oleaginosa indicada para a rotação de cultura, para a diversificação agrícola e como cobertura vegetal durante o inverno (ZIMMERMANN, 2005; DALMAGO et al, 2008; TOMM, 2008) que vem ganhando destaque nos últimos anos na produção de grãos no Brasil. Segundo a CONAB (2013), no último levantamento realizado em 2013 foram produzidas 60 mil toneladas desse grão, 16,3% a mais que na safra anterior.

Seu desenvolvimento e produtividade são adaptados ao clima frio, sendo a região sul, principalmente o estado do Rio Grande do Sul, por suas características climáticas, considerada a mais apropriada a essa cultura (DALMAGO et al., 2008; TOMM et al., 2009). A última safra, 61,30% de toda a área ocupada por essa cultura estava situada no Rio Grande do Sul (CONAB, 2013). A canola oferece um grande potencial para contribuir com a expansão do agronegócio brasileiro, por possuir grande valor sócio-econômico, possibilitando a produção de óleos vegetais no inverno para o consumo humano, produção de biodiesel e nutrição animal (TOMM, 2006).

A canola é responsável por 16% da produção de óleos vegetais, logo atrás da soja (33%) e da palma (34%), além do óleo de canola ser o terceiro mais

consumido no mundo, se mantendo como a terceira maior *commoditie* (VIEIRA et al., 2010).

A semente da canola contém de 45 a 50% de óleo, o qual é de excelente qualidade para alimentação humana, em função da relação entre os ácidos graxos saturados, insaturados e poli-insaturados (BERTOL; MAZZUCO, 1998).

2.3.1. Origem

A canola é uma planta da família das crucíferas obtida através do cruzamento das cultivares *Brassica napus* (colza) e *Brassica campestris* (mostarda) (PENA et al., 2010).

Antes do melhoramento genético da canola, a colza já era utilizada para a extração de óleo. No entanto, seu uso na alimentação humana foi limitado devido aos seus elevados teores de ácido erúcido, que provocavam lesões no coração pelo acúmulo de gordura no músculo cardíaco, além da presença de alta concentração de glucosinolatos no farelo, que afeta o paladar e desencadeia uma série de transtornos metabólicos em altos níveis, como alteração no metabolismo da glândula tireoide, podendo provocar o bócio ou papeira (WIGHT; SHANNON, 1985; CARR, 1990; PENA, et al. 2010; KHAJALI; SLOMINSKI, 2012).

Segundo Tomm (2006), o nome canola é derivado da marca industrial registrada como "*Canadian Oil Low Acid*", que em termos práticos significa uma semente de colza melhorada geneticamente contendo menos de 2% do total de ácidos graxos em ácido erúcido e menos de 30 micromoles de glucosinolatos por grama de matéria seca desengordurada da semente. Em 1974, no Canadá, foi lançada a primeira variedade de colza - *double low*, melhorada geneticamente e que apresentava níveis reduzidos de ácido erúcido e glucosinolatos. Esta recebeu a denominação de *Tower*.

Atualmente, seus grãos possuem em torno de 40 a 45% de óleo. E, como subproduto de extração deste óleo, tem-se o farelo da canola, que possui de 34 a 38% de proteína bruta, perdendo apenas para a soja, que apresenta cerca de 40% (TOOM, 2006).

2.3.2. Obtenção do farelo de canola

O óleo de canola apresenta uma elevada demanda para a nutrição humana, sendo valorizado pela alta concentração de gorduras insaturadas saudáveis, como os ácidos graxos poli-insaturados da família Ômega-3 (PEDERSSETTI, 2008). A produção do biodiesel utilizando-se oleaginosas tende a aumentar, visto o lançamento do Plano Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB). O governo brasileiro vem aplicando políticas de estímulo ao desenvolvimento da cadeia do biodiesel, uma vez que se encontra em vigor, desde janeiro de 2013, a lei que determina a mistura de 5% de biodiesel no diesel, que é o combustível convencional. Segundo as previsões serão necessários cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel produzidos para atender a demanda (BRASIL, 2005). Com isso, a tendência é aumentar o interesse pela produção de canola no Brasil, visando suprir essa demanda de oleaginosas para a produção de biodiesel.

O farelo de canola, assim como qualquer outro subproduto da indústria pode apresentar variabilidade na composição nutricional em função de seu processo de extração (SILVA, et al., 2007).

Existem dois métodos principais para a extração do óleo: extração por solvente e mecânica (Fig. 2).

Durante a extração do óleo por solvente, as sementes passam por limpeza para a retirada de algumas impurezas. Posteriormente, são esmagadas por cilindros e levadas para o cozimento com temperatura de até 90°C. Após, o grão é prensado na forma de flocos e levado à máquina de extração com solvente, geralmente hexano (BELL, 1993). O solvente é repetidamente evaporado e condensado. Após o cozimento, o hexano é removido do óleo por enxague em evaporadores e reciclado. Desta forma, se obtém um farelo com baixo teor de óleo, cerca de 0,5 a 3,8%. Esse processo é extremamente eficiente para um alto rendimento de óleo na indústria. No entanto, exige um maquinário mais complexo e pessoas especializadas para o trabalho (BERTOL; MAZZUCO, 1998).

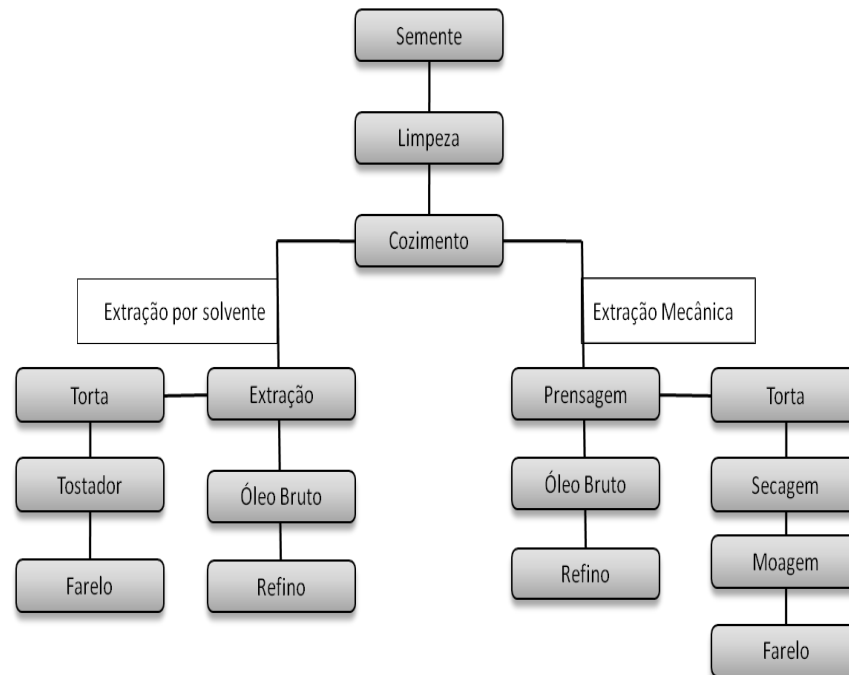


Figura 2 - Esquema geral da obtenção do farelo de canola pelos dois métodos de extração.

Fonte: Moraes et al., 2013.

O processo de extração por prensagem (“expeller”), por sua vez, é o mais antigo e também o mais popularmente difundido, por não exigir maquinários tão complexos e necessitar de menos mão de obra. Além disso, obtém-se um farelo de canola com maior conteúdo de óleo do que no processo de extração por solvente, podendo conter um teor mais elevado de energia digestível (CANOLA COUNCIL OF CANADÁ, 2009).

Segundo Bertol e Mazzuco (1998), um aspecto importante na qualidade do farelo de canola está relacionado com as cultivares utilizadas para a extração do óleo. As cultivares da variedade *B. campestris* proporcionam um farelo com cerca 35% de proteína bruta (PB), enquanto que os farelos provenientes da variedade *B. napus* contém aproximadamente 38 a 40% de PB.

Além disso, a etapa de cozimento funciona como um tratamento térmico que auxilia na inativação da enzima mirosinase, que é responsável pela hidrólise dos glucosinolatos, produzindo componentes tóxicos como oxazolidinethiona, isotiocianatos, íon tiocianato inorgânico e nitrilas. Alguns destes componentes tóxicos podem influenciar no metabolismo tireoidiano e outros podem levar a hemorragias no fígado (BELL, 1993). No entanto, o aquecimento excessivo durante

o processamento pode resultar em redução da digestibilidade de aminoácidos, em particular a lisina (NEWKIRK et al., 2003)

2.3.3. Composição química

Conforme citado anteriormente, o farelo de canola é um subproduto da indústria, e como tal sua composição nutricional é influenciada por diversos fatores que vão além do processo de extração. Pena et al. (2010) afirmam que essas variações podem ser causadas por diferenças na composição do solo em diferentes locais, influenciando a matriz nutricional das sementes, enquanto outras diferenças são devido ao processamento. O farelo de canola produzido no Canadá geralmente possui maior nível de óleo e menor teor de proteína do que o produzido Brasil (tab. 1). Isto ocorre porque as indústrias canadenses usualmente adicionam a goma (fosfolipídios) e alguns produtos do óleo refinado de volta para o farelo (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009).

Tabela 1 - Diferenças na composição nutricional do farelo de canola (%).

| Nutrientes | Canadá ¹ | Brasil ² |
|---|---------------------|---------------------|
| Proteína bruta | 36,00 | 37,70 |
| Extrato etéreo | 3,50 | 1,21 |
| Fibra bruta | 11,70 | 11,20 |
| Fibra detergente neutro | 20,70 | 24,48 |
| Fibra detergente ácida | 16,80 | 2,05 |
| Cálcio | 0,62 | 0,56 |
| Fósforo total | 1,06 | 0,81 |
| Potássio | 1,20 | 0,55 |
| Sódio | 0,10 | 0,09 |
| Lisina | 2,00 | 1,69 |
| Metionina+cistina | 1,60 | 0,68 |
| Treonina | 1,58 | 1,57 |
| Triptofano | 0,48 | 0,49 |
| Energia metabolizável para aves (kcal/kg) | 2000 | 1692 |

¹ Fonte: Adaptado de Canola Council of Canada (2009) ² Adaptado de Rostagno et al. (2011)

Este adicional de mais de 2,0% de óleo no farelo de canola canadense aumenta seu valor de energia metabolizável para aves em aproximadamente 300 kcal/kg.

O perfil de aminoácidos do farelo de canola é um dos seus atrativos para a sua utilização como um ingrediente substituto à soja, em partes ou em todo na dieta. Quando comparado à soja, o farelo de canola tem menos lisina, porém mais metionina e cistina (tab. 2).

Tabela 2 - Composição química do farelo de canola e do farelo de soja.

| Nutrientes | Farelo de canola | Farelo de soja |
|---|------------------|----------------|
| Matéria seca (%) | 89,29 | 88,75 |
| Proteína bruta (%) | 37,97 | 45,22 |
| Energia bruta (kcal/kg) | 4203 | 4090 |
| Extrato etéreo (%) | 1,21 | 1,69 |
| Potássio (%) | 0,55 | 2,18 |
| Cloro (%) | 0,11 | 0,05 |
| Sódio (%) | 0,09 | 0,02 |
| Enxofre (%) | 1,50 | 0,50 |
| Fosforo disponível (%) | 0,27 | 0,22 |
| Fibra bruta (%) | 11,20 | 5,30 |
| Cinza (%) | 5,83 | 5,83 |
| Energia metabolizável para aves (kcal/kg) | 1692 | 2254 |
| Aminoácidos digestíveis para aves (%) | | |
| Lisina | 1,72 | 2,57 |
| Metionina | 0,70 | 0,55 |
| Metionina + cistina | 1,48 | 1,13 |
| Treonina | 1,30 | 1,57 |
| Triptofano | 0,42 | 0,58 |
| Arginina | 2,10 | 3,17 |
| Glicina + serina | 2,91 | 3,97 |
| Valina | 1,59 | 1,97 |
| Isoleucina | 1,24 | 1,9 |
| Leucina | 2,20 | 3,19 |
| Histidina | 0,90 | 1,12 |
| Fenilalanina | 1,27 | 2,18 |
| Fenilalanina + tirosina | 2,02 | 3,73 |

Fonte: Adaptado de Rostagno et al. (2011)

Contudo, o farelo de canola apresenta níveis inferiores de proteína bruta e energia metabolizável. Segundo Rostagno et al. (2011), o farelo de soja apresenta

2254kcal de energia metabolizável/kg o farelo de canola 1692kcal de energia metabolizável/kg. Essa diferença de energia pode ser um limitante na formulação da dieta, pois ao substituir o farelo de soja pelo de canola será necessário acrescentar essa energia através de algum outro ingrediente energético.

Os baixos valores de energia digestível e metabolizável encontrados no farelo de canola devem-se principalmente aos altos níveis de fibra, que podem ser até três vezes maiores do que no farelo de soja (11,2% e 5,3%, respectivamente), pois as cascas da canola permanecem no farelo, totalizando aproximadamente 30% de sua composição (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009).

Segundo Bell (1993), o farelo de canola é uma fonte relativamente boa de minerais essenciais comparado com outros farelos de sementes oleaginosas de origem vegetal. O farelo de canola é fonte de selênio e fósforo total, 1,1mg/kg e 1,08%, respectivamente. No entanto, a biodisponibilidade está estimada em 30 e 50% do nível total de fósforo. O restante está na forma de ácido fítico (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009).

O farelo possui também altos níveis de enxofre (1,5%) comparado com o farelo de soja (0,40%). Acima de 0,5% de enxofre pode prejudicar o equilíbrio ácido-base, complexando o cálcio a nível intestinal e aumentando a sua excreção. Essa baixa disponibilidade de cálcio pode ser um dos fatores que aumentam os problemas de pernas em frangos de corte, quando alimentados com altos níveis desse ingrediente (BUTOLO, 2002).

Informações sobre o conteúdo de vitaminas do farelo de canola são muito limitadas, mas parece ser rico em colina, biotina, ácido fólico, niacina, riboflavina e tiamina (KHAJALI; SLOMINSKI, 2012).

2.3.4. Fatores antinutricionais do farelo de canola

Segundo Bertol e Mazzuco (1998), alguns fatores negativos da canola impedem sua plena aceitação na avicultura brasileira, como: o reduzido número de indústrias processadoras com equipamentos adaptados ao tamanho do grão; a ausência de um padrão de moagem; a falta de interesse das indústrias refinadoras em processar a canola devido a concorrência de outras fontes vegetais alternativas de óleo e, finalmente, os problemas relacionados a qualidade dos subprodutos, como a variação no conteúdo energético, a presença de substâncias antinutricionais,

além da ausência de resultados consistentes sobre o nível ótimo de inclusão do ingrediente na dieta de frangos de corte.

Segundo Khajali e Slominski (2012), o farelo de canola apresenta alguns fatores que afetam o seu valor nutritivo, dentre eles pode-se citar: glucosinolatos, ácido erúxico, taninos, ácido fítico, sinapina, polissacarídeos não amiláceos (PNA). Conseqüentemente, esses fatores afetam principalmente a energia metabolizável e o balanço eletrolítico da dieta.

2.3.4.1. Glucosinolatos

Os glucosinolatos são substâncias formadas no metabolismo secundário dos vegetais. Em sua constituição há presença de enxofre e ocorrem em todas as plantas crucíferas (CARRATÚ; SANZINI, 2005).

São substâncias estáveis e não tóxicas. No entanto, são sempre acompanhados pela enzima mirosinase na semente. Na presença de umidade e ruptura da semente, que pode ocorrer durante o processo de extração do óleo ou até mesmo durante a digestão do farelo poderá haver um rompimento das membranas que antes separavam os glucosinolatos da enzima mirosinase (Fig. 3). Com a reação enzimática, o glucosinolato sofre hidrólise, liberando uma substância instável (aglicona) e glicose. As agliconas são substâncias que, em seguida, sofrem um rearranjo para originar uma gama de produtos, incluindo isotiocianatos, goitrinas, nitrilos, tiocianatos, os quais interferem no funcionamento da glândula tireoide e afetam negativamente o desempenho (FENWICK, 1982; TRIPATHI; MISHRA, 2007).

As substâncias formadas após o rearranjo das agliconas influenciam negativamente a utilização do iodo pela tireoide, ou seja, ambos possuem atividade bociogênicas. O isotiocianato inibe a enzima tireoperoxidase e o tiocianato é inibidor competitivo do iodeto. Dessa forma, o iodo é impedido de ser utilizado pela glândula tireoide, não ocorrendo à produção dos hormônios T3 ou T4, fazendo com que sempre haja um estímulo do TSH e do TRH para buscar iodo no organismo, levando a um aumento exagerado no tamanho na glândula tireoide (CARMEAN; REPETTO, 2006). Portanto, mesmo que haja na dieta os níveis recomendados de iodo, os glucosinolatos inibem a formação dos hormônios da tireoide, pois inibem o *feedback* negativo (Fig. 3).

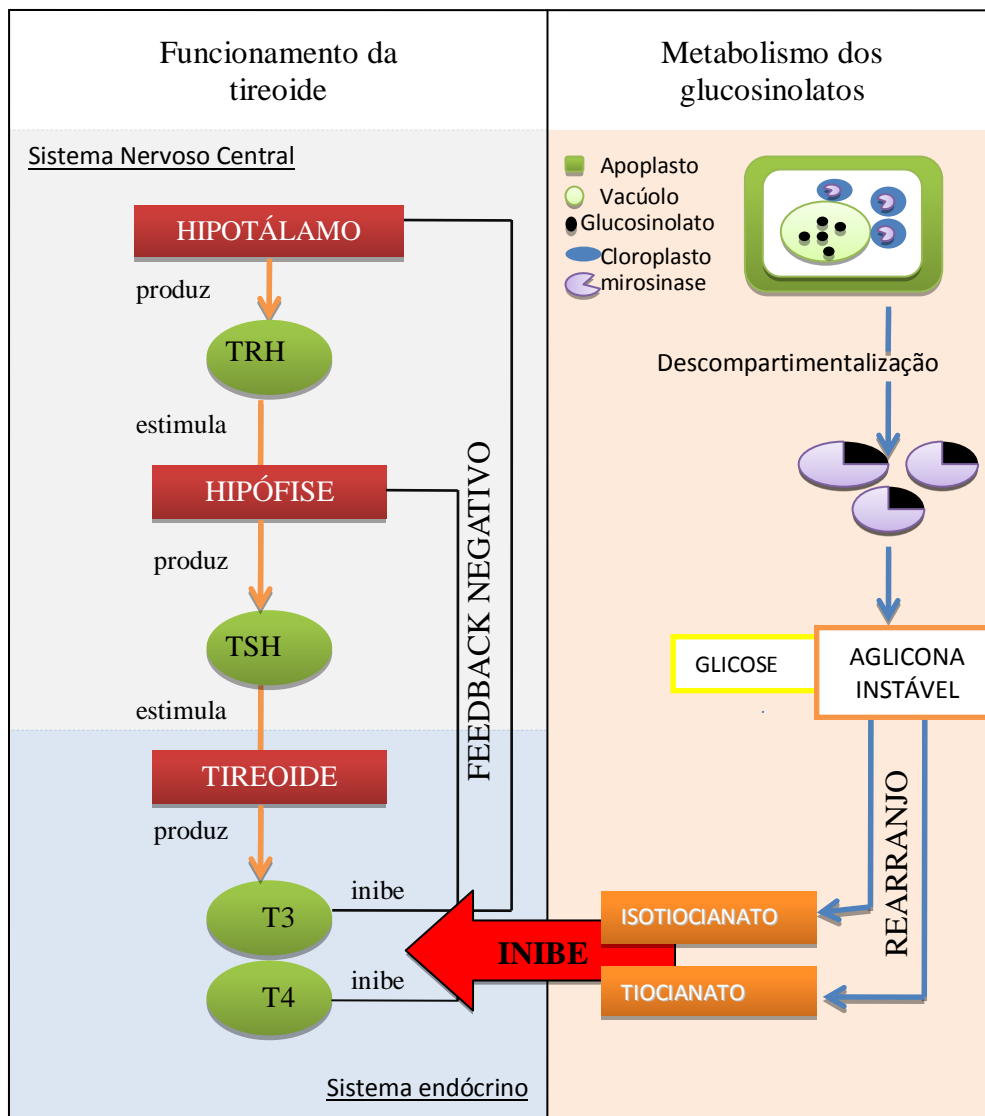


Figura 3 - Relação entre o funcionamento da tireoide e a influência do metabolismo dos glucosinolatos.

Fonte: Adaptado de Moraes et al. (2013)

Os níveis toleráveis de glucosinolatos na dieta de frangos de corte divergem ao longo dos anos na literatura. Leeson; Atteh e Summers (1987) encontraram a tolerância de até $11,6\mu\text{mol}$ de glucosinolatos/g para frangos de corte.

Quando Mawson et al. (1994) aumentaram os níveis de glucosinolatos na dieta acima $6\mu\text{mol/g}$, observaram redução no crescimento. Acima de $10\mu\text{mol/g}$, o resultado foi uma drástica redução de crescimento.

Franzoi (1996), utilizando farelo de canola contendo $4,7\mu\text{moles}$ de glucosinolatos/g de farelo para frangos de corte até 42 dias, não verificou qualquer efeito sobre o desempenho, mesmo com a presença deste fator antinutricional.

McNeil et al. (2004), fornecendo uma dieta com um elevado nível de glucosinolato verificaram uma diminuição do consumo de ração e na taxa de crescimento, além de um aumento da mortalidade. Em outro estudo foi relatado que o teor de glucosinolato acima de 8,0 $\mu\text{mol/g}$ na dieta resultou em uma menor taxa de crescimento (TRIPATHI; MISHRA, 2007).

Segundo Khajali e Slominski (2012), o nível máximo de glucosinolatos que pode ser incluído na dieta é de 4 $\mu\text{mol/g}$. Assim, as dietas para frangos de corte podem conter mais do que o atual recomendado que é de 20% de farelo de canola sem produzir efeitos adversos devido aos glucosinolatos.

2.3.4.2. Ácido erúcico

O ácido erúcico é um ácido graxo de cadeia longa (C22:1), variando entre 24 e 50% do total dos ácidos graxos encontrados no óleo de colza. Sucessivos experimentos indicaram que o consumo de altos níveis de ácido erúcico é prejudicial ao desenvolvimento dos frangos (STEFANSSON, 1983).

O ácido erúcico é conhecido como agente causador de lesões no miocárdio, por causar acúmulo de gordura. No entanto, o teor presente no grão é basicamente retirado com a extração do óleo, restando baixas concentrações no farelo de canola (NASCIMENTO, 1997).

2.3.4.3. Taninos

Segundo Butolo (2002), o farelo de canola pode conter cerca de 3% de tanino em sua composição. Estando presentes principalmente na casca, os taninos são metabólitos fenólicos solúveis em água, de origem vegetal, com peso molecular de 500 Daltons (BELL, 1993). Existem duas formas de taninos, as hidrolisáveis e as condensadas. Acredita-se que sua função na planta está voltada para a prevenção ao ataque de aves, pragas e fungos (JANSMAN, 1993).

Na nutrição animal os taninos causam efeitos nocivos, como redução na ingestão de alimentos, em decorrência do seu sabor adstringente pela combinação com as proteínas salivares e muco do epitélio da cavidade oral; uma menor eficiência alimentar; redução na digestibilidade dos nutrientes; inibição das enzimas

digestivas (POUR-REZA; EDRISS,1997) e aumento na incidência de discondroplasia tibial em frangos (NYACHOTI; ATKINSON; LEESON, 1997).

Segundo Nunes et al. (2001), os taninos condensados são os responsáveis metabolicamente pela inibição de algumas enzimas presentes no sistema digestivo, diminuindo assim a absorção dos nutrientes. Elkin et al. (1996) observaram que frangos de corte alimentados com sorgo com alto teor de tanino apresentaram menor desenvolvimento devido aos fatores tóxicos e ações prejudiciais dos taninos condensados, incluindo a ligação de proteína no intestino, prejudicando a absorção de nutrientes.

Frangos em crescimento, consumindo dietas contendo 0; 8 e 16g de tanino/kg de dieta, apresentaram mudanças histológicas significativas na mucosa intestinal, atrofia na mucosa do íleo e encurtamento das vilosidades (NUNES et al., 2001). Como os taninos são resistentes à hidrólise e não são absorvidos no trato gastrintestinal, atuam inibindo a atividade de um grupo de enzimas e conseqüentemente diminuindo a absorção de nutrientes.

Taninos insolúveis predominam na casca da canola, compreendendo 70-96% dos taninos totais presentes, proporcionando ao farelo uma coloração escura pouco atraente. Segundo Yapar e Clandinin (1972), taninos podem formar complexos com proteínas e enzimas proteolíticas no trato gastrointestinal, o que afeta a digestão das proteínas. A remoção da casca e conseqüentemente dos taninos aumentou significativamente a energia metabolizável do farelo, provavelmente devido ao aumento das atividades das enzimas endógenas (MITARU et al., 1982).

Por outro lado, a adição de 1,5% de ácido tânico na dieta de frangos resultou em uma severa redução de crescimento (LESLIE et al., 1976). A pesquisa mostrou que as perdas de aminoácidos endógenos foram aumentadas significativamente a partir da adição de ácido tânico na dieta. Os aminoácidos mais afetados foram metionina, histidina e lisina, enquanto os menos afetados incluíram treonina, cisteína e valina quando 10g de ácido tânico/kg de dieta foi administrado (MANSOORI; ACAMOVIC, 2007). Ao que parece, a partir deste estudo, os taninos solúveis em água (ácido tânico) poderiam, em parte, ser responsáveis pelo mau desempenho de crescimento de frangos de corte.

No entanto, segundo Khajali e Slominski (2012), os taninos da canola estão em sua maior parte localizados dentro das paredes das células da fração composta pela casca, sendo em sua maior parte taninos insolúveis em água.

2.3.4.4. Ácido fítico

Nas plantas e nos grãos o fósforo é encontrado na forma orgânica, principalmente como fitato, mioinositol hexaquisfosfato ou IP6 (HARLAND; MORRIS, 1995). À forma livre do mioinositol hexaquisfosfato (IP6) é dado a nomenclatura de ácido fítico. O fitato é a forma aniônica do IP6, que em seu estado nativo pode se complexar a proteínas e cátions monovalentes (HARLAND; MORRIS, 1995).

O fitato é um composto complexo, considerado um dos mais potentes fatores antinutricionais, pois a ave não produz enzimas endógenas para quebrar essa molécula. É responsável por perdas significativas de nutrientes, aminoácidos e energia por reduzir a disponibilidade ao animal bem como aumentar a produção de mucinas e intensificar o “turnover” celular no trato digestório (COWIESON; ACAMOVIC; BEDFORD, 2004).

Em pH baixo, como no proventrículo e na moela, o fitato precipita Fe^{3+} e em pH intermediário a alto, forma complexos insolúveis com outros cátions polivalentes, reduzindo a biodisponibilidade de vários minerais (GRAF, 1983). Em pH intestinal alcalino (aproximadamente 6,5), o fitato forma complexos com metais como cobalto, manganês, ferro e cálcio, indisponibilizando a sua absorção (OBERLEAS, 1973).

Segundo Dari (2004), o fitato pode piorar a digestibilidade protéica, pois os grupos de fosfato do ácido fítico podem formar ligações eletrostáticas com os grupamentos amino terminais e, na presença de minerais, esses servem de ponte entre o grupo carboxila terminal e algum fosfato da molécula de fitato, formando um complexo de fitato-mineral-proteína.

Outro fato importante é que o fitato pode estar vinculado a uma redução na digestão de gorduras, formando um complexo cálcio-fitato que pode reagir com ácidos graxos formando sabões insolúveis no lúmen intestinal (NUNES et al., 2001). Estudos sobre o fitato (SELLE et al., 2006; COWIESON; RAVINDRAN; SELLE, 2008) demonstram que a sua presença na dieta reduz a energia metabolizável e a digestibilidade de aminoácidos não só pela relação direta que esse composto possui

com os nutrientes, ou pela inibição de algumas enzimas digestivas, mas também pelo excesso de perdas endógenas.

2.3.4.5. Sinapina

A sinapina é outro composto antinutricional do farelo de canola. Representa cerca de 1,0 a 1,5% da composição total do farelo e parece não ter uma ação desfavorável no metabolismo na maioria das aves, com exceção das poedeiras de ovos avermelhados, conferindo um sabor semelhante a peixe nos seus ovos (CANOLA COUNCIL OF CANADÁ, 2009).

Tal fato pode ser explicado pela presença de trimetilamina (TMA) na gema, que resulta de um problema genético em poedeiras de ovos avermelhados, que apresentam um gene recessivo hereditário que faz com que aves suscetíveis não produzam a enzima trimetilamina-oxidase (TMAoxidase). Essa enzima é produzida no fígado e rins, transformando a TMA em um composto inodoro, a trimetilamina N-óxido (TMAO). Portanto, esse acúmulo de TMA é responsável pelo odor e sabor a peixe em ovos de galinhas suscetíveis (BUTLER; FENWICK, 1984).

2.3.4.6. Polissacarídeos não amiláceos (PNA's)

O principal carboidrato que compõe o farelo de canola é a fibra, podendo chegar a 15% no farelo. Essa fibra é composta em sua maior parte por celulose, hemicelulose e lignina. No entanto, cerca 2,5% da fibra pode ser composta por rafinose e estaquiose (KHAJALI, SLOMINSKI, 2012). Esses compostos são responsáveis por uma maior higroscopicidade nas excretas das aves. Portanto, a sua redução pode aliviar as consequências relacionadas com a alta umidade da cama.

Segundo Rostagno et al. (2011), o farelo de canola pode conter até três vezes mais fibras do que o farelo de soja, respectivamente, 11,2 e 5,9%. Tal fato pode ser uma consequência do tamanho pequeno do grão e seu elevado teor de óleo (42-45%), sendo que o farelo resultante contém uma proporção relativamente elevada de fibras. A fibra bruta (FB), a fibra em detergente ácido (FDA), a fibra em detergente neutro (FDN), e o total de valores de fibra dietética do farelo de canola são mais elevados do que os de farelo de soja devido a um teor bem mais elevado

de lignina com polifenóis associados (taninos). O teor de fibra do farelo de canola pode estar relacionado com a menor digestibilidade da energia, visto que sua energia bruta (4203 kcal/kg) é maior do que a encontrada no farelo de soja (4090kcal/kg) (DOWNEY; BELL, 1990).

Os polissacarídeos não amiláceos, ou simplesmente fibras solúveis, principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo. A dificuldade na digestão da fibra, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes (CONTE et al., 2003).

Os polissacarídeos são classificados como solúveis e insolúveis em função da capacidade de formar solução homogênea ou não com a água. Contudo, muitas das atividades antinutritivas são atribuídas diretamente aos polissacarídeos solúveis apesar de os polissacarídeos insolúveis também apresentarem efeito na taxa de passagem da digesta e na retenção de água (LIMA; VIOLA, 2001). Segundo Bell (1993), há cerca de 18% de polissacarídeos não amiláceos no farelo de canola. Destes, cerca de 17% são insolúveis.

Uma forma de diminuir os problemas com as fibras do farelo de canola é descascar o grão antes da extração óleo. Kracht et al. (2004) relataram que a remoção da casca levou a uma diminuição significativa do teor de fibra bruta, de 40% para 28%, seguido por um aumento no teor de proteína de 7%. Embora haja uma melhora na utilização do farelo de canola com a retirada da casca, há alguns obstáculos que impedem a execução do processo de descasque pela indústria de esmagamento canola. Entre eles, as perdas de óleo durante o processo de retirada da casca.

2.3.5. Energia metabolizável

Segundo *Canola Council of Canada* (2009), é recomendada a inclusão de no máximo 20% do farelo de canola na dieta de frangos de corte, em função da menor energia metabolizável presente neste farelo quando comparado com o farelo de soja. Os valores de energia metabolizável verdadeira, segundo Rostagno et al. (2011), são de 1692kcal/kg e 2254kcal/kg, respectivamente. Portanto, ao aumentar

os níveis do farelo de canola na dieta, é importante aumentar também as fontes de energia, para suprir a demanda energética das aves.

Ambos os ingredientes são proteicos contêm quantidades semelhantes de açúcares (0,6%), amido (2,0%), e relativamente elevadas quantidades de sacarose (6%). O farelo de soja tem um maior nível de oligossacarídeos (5,6 versus 2,0% do farelo de canola), que quando convertidos em ácidos graxos de cadeia curta pela população microbiana do intestino podem contribuir para o teor total de energia deste ingrediente (CANOLA COUNCIL OF CANADÁ, 2009). Além disso, a principal razão para a energia metabolizável do farelo de canola ser inferior a do farelo de soja pode ser explicada pelo fato de que o elevado teor de fibra dietética pode acelerar a velocidade de passagem da digesta, o que, por sua vez, pode resultar em tempo reduzido para a digestão e a utilização de nutrientes, resultando em uma menor energia disponível.

2.3.6. Balanço eletrolítico

O farelo de canola, além de conter um baixo nível de energia metabolizável, possui ainda um baixo teor de potássio quando comparado ao farelo de soja, respectivamente, 0,55 e 1,83% (ROSTAGNO et al., 2011).

Em comparação com o farelo de soja (0,4%), o de canola possui níveis elevados de enxofre (1,5%), que pode complexar com o cálcio, a nível intestinal, e aumentar a excreção do mesmo. Portanto, os problemas de pernas em frangos de corte podem ser agravados pela alimentação com altos níveis de farelo de canola. O frango suporta até 0,5% de enxofre na dieta. Acima deste nível pode haver comprometimento do equilíbrio ácido-básico no organismo (SUMMERS, SPRATT; BEDFORF, 1992).

Um desbalanceamento ácido-básico no organismo das aves pode influenciar negativamente o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas. Isso ocorre porque as atividades das enzimas, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas do organismo são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (SUMMERS, 1995).

Para o cálculo do balanço eletrolítico geralmente utiliza-se o sódio (Na⁺), o cloro (Cl⁻) e o potássio (K⁺), através da fórmula sugerida por Mongin (1981):

$$BE=(\% Na*100/(22,990))+(\% K*100/(39,102))-(\% Cl*100/(35,453))$$

Um ótimo balanço eletrolítico para frangos de corte foi encontrado para dietas contendo de 250 a 300 mEq/kg por Johnson e Karunajeewa (1985) para dieta inicial. Este conhecimento pode diminuir problemas como discondroplasia tibial em aves alimentadas com o farelo de canola. No entanto, a ocorrência de uma menor resistência óssea ao adicionar o farelo de canola na dieta pode estar ligada aos níveis de enxofre.

A fim de corrigir esse problema algumas tentativas foram realizadas, como a adição de carbonato de cálcio na dieta das aves. No entanto, não se obteve diferença com ou sem a adição do carbonato, possivelmente porque o cálcio em grande quantidade na dieta diminui o consumo de ração (KHAJALI et al., 2011),

A suplementação com potássio também é possível, podendo ser usado carbonato de potássio ou bicarbonato de potássio. Entretanto, ainda não há pesquisas que demonstrem essa alternativa. Possivelmente seria a opção mais viável metabolicamente, visto que o desbalanço eletrolítico ocorre principalmente pelo baixo teor de potássio do farelo de canola.

2.3.7. Utilização da canola na avicultura

Leeson, Atteh e Summers (1987), realizaram um experimento substituindo 0, 25, 50, 75 e 100% de farelo de soja por farelo de canola na dieta de frangos de corte a partir do primeiro dia de vida até três semanas. Os autores concluíram que foi possível a substituição total do farelo de soja pelo farelo de canola sem ocasionar perdas no desempenho produtivo. Essa substituição total correspondeu a 38% de inclusão do farelo de canola na composição total da dieta.

Estudos subsequentes (BRUM et al., 1998; FRANZOI et al., 1998; NASCIMENTO et al., 1998; FIGUEIREDO et al., 2003) que utilizaram níveis de 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão do farelo de canola, na primeira semana de vida de pintinhos, não encontraram diferença significativa para o consumo de ração, mas para ganho de peso, peso vivo e conversão alimentar os autores observaram diferença significativa e atribuíram a piora no desempenho dessas aves ao alto teor

de fibra bruta e de tanino presente no farelo de canola, que pode ter reduzido a digestibilidade dos nutrientes, principalmente da proteína.

A primeira semana de vida dos frangos é de extrema importância, pois estudos comprovam que o maior peso do pintinho de corte favorece o desempenho na fase de terminação dos frangos e resulta em maior peso final de carcaça (PINCHASOV, 1991; VIEIRA; MORAN Jr., 1998). Tal fato se justifica basicamente pela diferenciação anatômica e fisiológica do aparelho digestório das aves na primeira semana de vida, ou seja, nesta fase as necessidades nutricionais são limitantes, principalmente pelas dificuldades em digerir e absorver alguns nutrientes, além do rápido desenvolvimento nos primeiros dias de vida (VIEIRA; MORAN Jr., 1998).

Nascimento et al. (1998), verificaram a impossibilidade de utilização do farelo de canola ao nível de 40% de inclusão na fase final da produção, visto que além de ter prejudicado o desempenho das aves, há uma necessidade de altos níveis de óleo na dieta para suprir a demanda energética. Portanto, com o aumento dos níveis do farelo de canola na dieta, deve-se aumentar também as fontes de energia para suprir a demanda energética das aves nessa fase. Nesse ponto há dois fatores limitantes. O primeiro é o custo da dieta, visto que a energia é cara, tendo como fonte principalmente o óleo e o milho. O outro fator limitante se for suplementar com óleo, é a característica física da ração, podendo levar a uma ração com uma menor fluidez, prejudicando seu escoamento para os comedouros, além de ficar mais suscetível a oxidação, além de diminuir a eficiência da peletização.

De acordo com o *Canola Council of Canada* (2009), os baixos níveis de glucosinolatos que apresenta o farelo de canola não afetam a mortalidade, podendo ser utilizado até 30% de inclusão na dieta. No entanto, Taraz, Jalali e Rafeie (2006) avaliaram os níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte e observaram que ao aumentar a canola na dieta aumentou o tamanho e o peso relativo do fígado, sendo que o nível de 75% de substituição, equivalente a 21,71% de inclusão do farelo de canola na dieta promoveu maior peso do órgão. Os autores justificaram que a hipertrofia do fígado pode ser atribuída a metabolização dos glucosinolatos no fígado.

A mucosa intestinal dos frangos está envolvida no processo digestivo e representa extensa área de digestão e absorção de nutrientes. Além disso, o

adequado e rápido ganho de peso das aves está diretamente relacionado com a integridade morfofuncional do sistema digestório (MAIORKA et al., 2000).

Figueiredo et al. (2003), testando níveis de 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão do farelo de canola em dietas de frangos de corte com 21 dias de idade não verificaram diferenças significativas na altura de vilosidade e na relação vilosidade:cripta, observando que a integridade das vilosidades não foi prejudicada.

Para utilização do farelo de canola na dieta devem ser observados com cautela o rendimento de carcaça, a composição nutricional e a qualidade sensorial e instrumental da carne. Franzoi et al. (2000) concluíram que o uso de farelo de canola não altera o peso vivo, o peso da carcaça e nem a quantidade de tecidos comestíveis produzidos, o que resultou em melhoria na qualidade da carcaça de frangos. Além disso, observaram que o peso da gordura e o rendimento da carcaça não foram reduzidos com a adição de farelo de canola às dietas, sendo indicativo de que os metabólitos da degradação do farelo de canola são direcionados para o acúmulo de tecidos com valor comercial. Os mesmos autores observaram que as carcaças produzidas apresentaram maior proporção de tecido muscular quando comparadas com as aves que consumiram dietas sem farelo de canola.

Atualmente, o consumidor busca alimentos mais nutritivos. A carne de frango, por exemplo, apresenta um aumento anual no seu consumo por ser considerada de melhor qualidade (menor teor de gorduras) do que as carnes vermelhas (NASCIF et al., 2004). Segundo Potença et al. (2010), a carne de frango apresenta perfil lipídico próximo ao da fonte utilizada na sua dieta na fase de crescimento. Nwokolo e Sim (1989) verificaram teores elevados de ácidos graxos linoléico e linolênico (18:2-6; 18:3-3) em carcaças de frangos de corte, machos e fêmeas, tratados durante sete semanas com dieta suplementada com 10% de semente de canola bruta. De modo semelhante, Ajuyah et al. (1991), utilizando dois níveis de grão de canola (10 e 20%) e de óleo de canola (3,5 e 7,0%) em combinação, concluíram que ambos modularam significativamente a composição de ácidos graxos da carcaça, assim como reduziram os níveis de lipídios totais e de colesterol. No entanto, a literatura relatando o efeito do farelo de canola no perfil de ácidos graxos na carne frango ainda é muito restrita.

2.4. Viabilidade econômica da utilização da canola

A nutrição apresenta um papel importante, que abrange o conhecimento do potencial nutritivo dos ingredientes e as exigências nutricionais das aves, buscando formular dietas econômicas e que proporcionem condições que favoreçam a expressão do máximo potencial genético das aves.

Em função de a nutrição avícola ser totalmente dependente da produção de grãos, que são os componentes básicos da dieta, os custos de produção e a lucratividade do produtor dependem da oscilação desse mercado. Com o aumento da demanda mundial do farelo de soja o produtor brasileiro trabalhou com prejuízos e, para enfrentar a crise, precisou repassar a alta dos custos para o consumidor (MENDES; KISS; VELOSO, 2012).

A utilização de um alimento alternativo pode diminuir o custo da nutrição, fazendo com que o produtor tenha uma maior margem de lucro e assim se torne mais competitivo. No entanto, é preciso observar dois pontos básicos nessa utilização. O primeiro é a verificação da composição nutricional do alimento e se tem potencial para suprir as exigências das aves sem acarretar em prejuízo ao animal. O segundo ponto engloba a disponibilidade comercial, ou seja, se esse suprimento é quantitativamente atrativo e economicamente viável.

Sabe-se que ao longo dos anos a canola tem ocupado lugar de destaque na produção de grãos no Brasil. Na safra 2010/2011 foram produzidas 70 mil toneladas do grão, o que representa um aumento de 65% em relação à safra anterior, sendo reflexo da consolidação da indústria do biodiesel no país, que tende a continuar crescendo (CONAB, 2012). Em decorrência disso, o farelo de canola tende a aumentar a sua oferta no mercado.

Historicamente, o preço do farelo de canola tem se comportado no mercado com um valor inferior ao farelo de soja (Fig. 4). No ano de 2004 o farelo de canola foi 22,95% mais caro em relação ao farelo de soja. No entanto, a média da variação de preço entre os dois farelos, ao longo de 11 anos, no mercado internacional, demonstra que o farelo de canola representa uma economia média de 22,45% em relação ao farelo de soja. No ano que houve a seca norte-americana, em 2012, a qual acarretou em um aumento de preço do farelo de soja, o farelo de canola estava 33,15% mais barato. Além disso, é importante observar que o preço de ambos os farelos varia ao longo dos anos porque são dependentes da safra de seus

respectivos grãos. O produto agrícola é dependente das variações climáticas, suscetibilidade a pragas e doenças, mas principalmente do mercado internacional (oferta e demanda), pois os farelos são *commodities* agrícolas, ficando a mercê das flutuações do mercado.

Para avaliar com maior precisão a viabilidade econômica do farelo de canola na dieta de frangos é necessário saber além da variação de preço entre os dois farelos, o seu impacto no custo da dieta total, a margem bruta do produtor e o ponto de equilíbrio.

Segundo Murakami et al. (2009), para calcular a viabilidade econômica é necessário obter o custo médio em ração por quilograma de peso vivo produzido. O custo médio em ração (CMR) é calculado através de uma análise de preço dos seus insumos. Também é preciso verificar o preço do peso vivo do frango no mercado para o cálculo da receita bruta média (RBM) que é o valor pago pelo quilo do frango multiplicado pela quantidade (kg) produzida. A fim de verificar o impacto do custo da dieta na lucratividade do produtor, se calcula a margem bruta (MB), que é a diferença entre a RBM e o CMR.

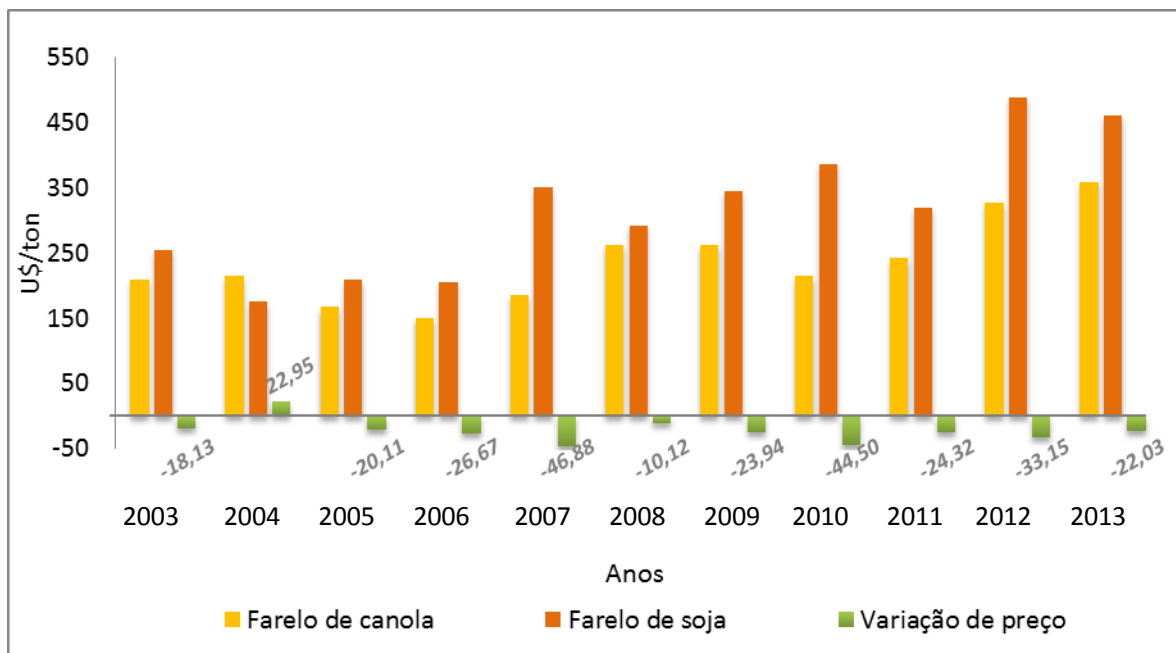


Figura 4 - Demonstração da variação de preço entre os farelos de canola e soja.

Fonte: Adaptado de Canola Council of Canada (2013); Index mundi (2013).

O índice de rentabilidade (IR) é obtido pelo quociente MB e CMR. Este índice mostra a taxa de retorno do capital empregado. A falta de informação sobre o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em relação ao desempenho animal e a viabilidade econômica muitas vezes limita ou até mesmo impede a utilização do farelo de canola como um alimento alternativo na dieta.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e período experimental

O estudo foi conduzido no período de novembro a dezembro de 2012, no Aviário Experimental Dr. Konrad Mannel, pertencente ao Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – IF Sul – Campus “Visconde da Graça”, localizado na cidade de Pelotas, RS, Brasil.

3.2. Animais

Foram utilizados 300 frangos de corte mistos, machos e fêmeas da linhagem *Cobb*, provenientes do incubatório do próprio aviário, sendo alojados ao acaso com um dia de idade. As aves foram previamente vacinadas contra as doenças de Marek e Gumboro. Os boxes experimentais tinham todos as mesmas dimensões, LxC = 120x120cm, sendo o piso coberto com cama de maravalha.

3.3. Instalações e programa de luz

O galpão era do tipo *dark house*, sendo possível controlar a luminosidade e a temperatura. A luminosidade do galpão foi fornecida artificialmente por lâmpadas incandescentes distribuídas por todo o galpão. O programa de luz utilizado foi de acordo com o manual da linhagem *Cobb*. No primeiro dia de vida dos pintinhos foi adotado 24h de luz. No segundo dia, 1h de escuro e a partir de então adotou-se 6h de escuro até cinco dias antes do abate, onde o número de horas de escuro reduziu uma hora até o dia do abate. O horário de acendimento das lâmpadas foi controlado por *timer* automático. Nas primeiras semanas o sistema de aquecimento foi feito por

campânulas a gás, seguindo a temperatura recomendada pelo manual da linhagem para todo o ciclo de vida. As temperaturas e umidades, máxima e mínima, do interior do aviário foram obtidas através de um termohigrômetro digital da marca *Icel manaus*, modelo HT-208, com uma exatidão de 0,5% para a temperatura e de 2% para umidade. O aparelho foi fixado no centro do aviário. As aferições foram realizadas duas vezes ao dia, pela manhã e a tarde.

Na primeira semana de vida dos pintinhos os comedouros utilizados foram do tipo prato infantil e os bebedouros tipo *nipple* (dois em cada boxe). A partir do terceiro dia, a ração foi fornecida em comedouros tubulares semi-automáticos com capacidade para 20 kg. O revolvimento da cama de maravalha foi realizado semanalmente, em todos os boxes.

3.4. Delineamento experimental

As aves foram distribuídas em um delineamento completamente casualizado com cinco tratamentos e seis repetições, totalizando 30 unidades experimentais, sendo cada boxe uma unidade experimental composta por 10 aves.

3.5. Dietas experimentais

As dietas experimentais (tab. 3) foram formuladas para atender as exigências nutricionais em cada fase de desenvolvimento, de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011). Foram utilizadas dietas inicial (1 a 7 dias), crescimento (8 a 21 dias) e terminação (22 a 42 dias). As dietas foram isocalóricas, isoproteicas e isovitamínicas. Foram testados cinco níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, resultando nos seguintes tratamentos:

T1- Dieta controle - Dieta basal com 100% de farelo de soja como principal fonte proteica;

T2 – Dieta basal com 75% de farelo de soja e 25% de farelo de canola;

T3 – Dieta basal com 50% de farelo de soja e 50% de farelo de canola;

T4 – Dieta basal com 25% de farelo de soja e 75% de farelo de canola;

T5 – Dieta basal com 0% de farelo de soja e 100% de farelo de canola, como principal fonte proteica.

As dietas foram preparadas semanalmente na fábrica de rações Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – IF Sul – Campus “Visconde da Graça” na Unidade de Avicultura. Para a troca de dieta entre os períodos, procedia-se a pesagem das sobras de ração do período anterior nos comedouros, retirando-as por completo e adicionando-se a ração previamente pesada correspondente ao novo período.

Tabela 3 - Composição nutricional das dietas experimentais (%).

| Ingredientes | Dieta inicial (1-7dias) | | | | | Dieta crescimento (8-21dias) | | | | | Dieta terminação (22-42dias) | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% | 0% | 25% | 50% | 75% | 100% |
| Milho (7,88%) | 51,6 | 47,7 | 43,7 | 39,7 | 35,7 | 56,0 | 52,4 | 48,9 | 45,3 | 41,8 | 58,9 | 55,6 | 52,3 | 49,0 | 45,8 |
| F. soja (45%) | 36,5 | 27,4 | 18,3 | 9,1 | - | 32,7 | 24,5 | 16,3 | 8,2 | - | 30,1 | 22,5 | 15,0 | 7,5 | - |
| F. canola (38%) | - | 11,6 | 23,2 | 34,8 | 46,4 | - | 10,4 | 20,8 | 31,2 | 41,6 | - | 9,6 | 19,1 | 28,7 | 38,3 |
| Óleo soja | 4,1 | 5,7 | 7,3 | 8,9 | 10,6 | 4,0 | 5,5 | 6,9 | 8,4 | 9,8 | 4,2 | 5,5 | 6,9 | 8,2 | 9,5 |
| Sal iodado | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Supl. Min.Vit.* | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 |
| Fosfato bicálcico | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 1,6 | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,1 | 1,0 |
| DL-metionina | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| L-lisina HCl | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,4 |
| Composição calculada | | | | | | | | | | | | | | | |
| EM (kcal/kg) | 2.950 | 2.950 | 2.950 | 2.950 | 2.950 | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.000 | 3.050 | 3.050 | 3.050 | 3.050 | 3.050 |
| Proteína bruta (%) | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 21,0 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 19,5 | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 18,5 | 18,5 |
| Cálcio (%) | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| Fosforo disp.(%) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Fibra (%) | 2,8 | 3,5 | 4,2 | 5,0 | 5,7 | 2,7 | 3,3 | 3,9 | 4,6 | 5,2 | 2,6 | 3,2 | 3,8 | 4,4 | 5,0 |
| Potássio (%) | 0,8 | 0,7 | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,3 |
| Lisina dig. (%) | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| Metionina dig. (%) | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Metionina+cistina dig. (%) | 0,8 | 0,8 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 |

*Composição inicial (quantidade por kg de produto): Vit. A 2.000.000UI, Vit. D3 400.000UI, Vit. K3 340mg, Vit. B1 360mg, Vit.B2 1.200UI, Vit B6 500mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina 8.000mg, Ác.fólico 215mg, Ác. pantotênico 3.200mg, Biotina 16mg, Metionina 360g, Colina 100g, Manganês 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo 120mg. Composição crescimento (quantidade por kg de produto): Vit. A 1.440.000UI, Vit. D3 320.000UI, Vit. K3 280mg, Vit. B1 350mg, Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 2.400mcg, Niacina 7.000mg, Ác. fólico 150mg, Ác. pantotênico 2.400mg, Metionina 244g, Colina 60g, Manganês 20.000mg, Zinco 12.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 1.995mg, Iodo 120mg. Composição final (quantidade por kg de produto): Vit. A 1.800.000UI, Vit. D3 320.000UI, Vit. K3 320mg, Vit. B1 310mg, Vit. B2 1.000UI, Vit B6 600mg, Vit. B12 1.600mcg, Niacina 4.000mg, Ác. fólico 200mg, Ác. pantotênico 1.600mg, Metionina 330g, Colina 100g, Manganês 21.250mg, Zinco 15.000mg, Ferro 10.000mg, Cobre 3.000mg, Iodo 150mg.

3.6. Variáveis analisadas

3.6.1. Desempenho zootécnico

Foram avaliadas as seguintes variáveis de desempenho: consumo de ração semanal, consumo de ração acumulado, peso vivo médio, ganho de peso semanal, ganho de peso acumulado, conversão alimentar semanal, conversão alimentar acumulada e índice de eficiência produtiva.

Para o consumo de ração semanal (CRS), foi registrada a quantidade fornecida semanalmente e descontadas as sobras. O consumo de ração acumulado (CRA) foi a soma do total consumido até o momento.

Para o peso vivo semanal (PSV) cinco aves eram pesadas individualmente e as outras cinco juntas, sendo calculada a média de peso por boxe. Para a obtenção do ganho de peso semanal (GPS) era descontado o PV da semana do PV da semana anterior. O ganho de peso acumulado (GPAC) era a diferença entre o PV e o peso vivo inicial (no 1º dia de vida).

A conversão alimentar foi calculada pela fórmula, $CAS = CRS/GPS$, em que CA= conversão alimentar semanal; CRS= consumo de ração semanal; GPS= ganho de peso semanal. Já para o cálculo da conversão alimentar acumulada (CAA) foram utilizados os dados de CRA e GPA.

O índice de eficiência alimentar (IEA) é o inverso da conversão alimentar, sendo calculado pela fórmula $IEA = 1/CAS$.

O índice de eficiência produtiva (IEP) foi calculado utilizando-se a seguinte fórmula: $IEP = [(viabilidade*(peso\ vivo/1000)]/(idade*conversão\ alimentar)*100$.

3.6.2. Avaliação das características de carcaça e biometria dos órgãos

Aos 14 dias de idade foram iniciados os abates, que se repetiram a cada sete dias até aos 42 dias de idade. Em cada idade avaliada foram selecionadas para o abate (projeto aprovado no Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Pelotas sob número 805), ao acaso, quatro aves por tratamento, que foram devidamente identificadas por anilhas numeradas.

Os frangos foram submetidos a um jejum de 6 horas, sendo posteriormente pesados de modo individual antes do abate. As aves foram evisceradas e as

vísceras comestíveis (coração, fígado e moela limpa) foram pesadas para o cálculo do peso relativo do órgão, sendo o peso relativo = $[(\text{peso do órgão}/\text{peso vivo da ave}) * 100]$.

Foi medido o comprimento das vísceras não comestíveis, como o aparelho digestivo total, o duodeno, o jejuno, o íleo e a média da ceca.

Após a evisceração e retirada da cabeça e das patas as aves foram pesadas para obtenção do rendimento de carcaça, obtido pela fórmula = $[(\text{peso da carcaça}/\text{peso vivo}) * 100]$. Foram realizados cortes do peito sem pele, pernas (coxa e sobrecoxa) e asas com pele. Para avaliação dos rendimentos dos cortes, foi levado em consideração o peso da carcaça, utilizando-se a seguinte fórmula: rendimento = $[(\text{peso corte}/\text{peso da carcaça}) * 100]$. Os peitos e as pernas esquerdas foram desossados, guardados em sacos plásticos previamente identificados e congelados para posterior análise bromatológica.

Ao final do experimento as aves remanescentes permaneceram 8 horas em jejum para o abate final. Foram selecionadas quatro por boxe, com o peso entre 5% acima ou abaixo do peso médio do boxe, totalizando 24 repetições por tratamento. Todos os frangos selecionados foram identificados por anilhas numeradas.

O abate foi realizado no Abatedouro do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense – IF Sul – Campus “Visconde da Graça”, conforme as normas técnicas estabelecidas no Regulamento de Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves.

Os frangos de corte foram pesados individualmente na plataforma de abate, anteriormente aos procedimentos normais de abate (atordoamento, sangria, depenagem e evisceração). As carcaças após resfriamento no *chiller* foram direcionadas ao setor de cortes para separação do peito, pernas (coxa e sobrecoxa), asa+coxinha da asa, permanecendo todas as partes com pele e ossos.

3.6.3. Resistência óssea, cinzas, fósforo, cálcio das tíbias e balanço eletrolítico da dieta

Nos dias dos abates semanais (14, 21, 28, 35 e 42) foram retiradas as tíbias das mesmas aves abatidas, sendo quatro por tratamento. Foram retiradas as tíbias direitas através do deslocamento das articulações do côndilo e do maléolo, cortando o músculo na articulação com o fêmur e pressionando a tíbia em direção ao corte. As tíbias foram guardadas em sacos plásticos previamente identificados, sendo

posteriormente congeladas. As análises foram realizadas no Laboratório de Análises Físico Químicas do Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves (CNPQA/EMBRAPA). O teste de resistência foi conduzido usando um Texturômetro *Texture Analyser* - TAXT2. As tíbias eram apoiadas na região das epífises ósseas, sendo submetidas a uma força na região central, sempre no mesmo ponto em todos os ossos. Foi avaliada a resistência óssea e um *software* registrou os resultados do teste.

Após a determinação da resistência óssea, as tíbias foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados, sendo posteriormente congeladas e levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do DZ/FAEM/UFPEL, onde foram realizadas as análises de cinzas, cálcio e fósforo.

Para a análise de cinzas, as tíbias foram expostas em uma bandeja, identificadas individualmente com papel vegetal e carbono, permanecendo por 24h em uma estufa a 105°C. Posteriormente, foram envoltas com uma gaze juntamente com o papel de sua identificação, passando por três lavagens com éter de petróleo para extração da gordura, compreendendo um período total de 72h. As tíbias eram então pesadas em um cadinho de porcelana, cujo peso havia sido previamente registrado e levadas à estufa a 105°C por 24h, obtendo-se assim o peso das tíbias secas e livre de gordura (PSE). Após, eram levadas para a mufla com temperatura de 600°C, sendo então pesadas, obtendo o peso das cinzas (PC).

Para cálculo do teor de cinza foi considerado o seu peso seco e livre de gordura, através do cálculo: $\text{Cinza (\%)} = [(PC/PSE) \times 100]$.

Os teores de cálcio e fósforo foram analisados conforme a metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

Para calcular o balanço eletrolítico das dietas de cada fase utilizou-se a fórmula sugerida por Mongin (1981):

$$BE = (\% \text{Na}^{++} \times 100/22,990^*) + (\% \text{K}^+ \times 100/39,102^*) - (\% \text{Cl}^- \times 100/35,453^*),$$

em que: * é o equivalente grama de Na^{++} , K^+ ou Cl^- , respectivamente.

3.6.4. Análise morfométrica da mucosa intestinal e tireoide

Para a análise morfométrica da mucosa intestinal também foram retiradas amostras das aves abatidas semanalmente, totalizando 300 amostras de diferentes porções do intestino. Foram extraídas amostras de, aproximadamente, 2 cm de comprimento de cada um dos segmentos do intestino delgado: duodeno (final da alça duodenal); jejuno (a partir da porção distal da alça duodenal até o divertículo de Meckel) e íleo (porção anterior aos ceca). As tireoides foram coletadas nos dois últimos abates, aos 35 e 42 dias, para análises morfométricas. As amostras foram identificadas e imergidas em formaldeído 10% (solução tamponada: pH 7,5). Após 24h as amostras foram retiradas do formaldeído e passadas para álcool 70% e então levadas ao Laboratório de Histologia da Fundação Universidade de Rio Grande (Furg). Após a fixação, as peças foram confeccionadas em processador automático histológico de tecidos a vácuo (LEICA ASP-200, Alemanha) sendo incluídas em paraplast Xtra (SIGMA P3808). Os blocos foram cortados em micrótomo rotativo motorizado (LEICA RM-2050, Alemanha) à espessura de 5 μ m. As lâminas foram coradas com hematoxilina e eosina (HE), seguida de montagem entre lâmina e lamínula com resina Entellan® (Merk). As mensurações feitas pelo programa Image J® nas fotografias obtidas pela câmera digital Olympus DP-73, acoplada em microscópio Olympus BX-51.

As variáveis estudadas foram altura das vilosidades duodenais, profundidade das criptas, altura do epitélio e a relação altura do vilo/cripta (Fig. 5). As medidas das vilosidades foram feitas a partir da região basal coincidente com a porção superior das criptas até ao ápice das vilosidades. As criptas foram medidas a partir da sua profundidade até o ponto de observação das inserções das vilosidades onde desembocam as criptas. A tireoide foi analisada quanto ao diâmetro dos folículos e altura do epitélio folicular (Fig. 6). Foram obtidas 10 medidas de cada ave, totalizando 40 repetições por tratamento para cada análise.

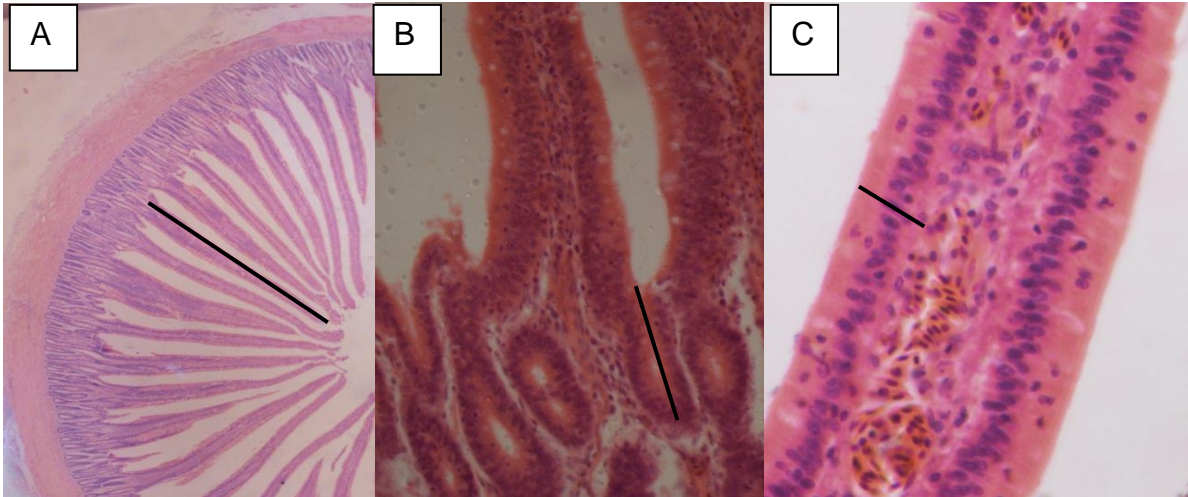


Figura 5 - Intestino delgado. A) Medida da vilosidade; B) Medida da profundidade da cripta. C). Medida da altura do epitélio.

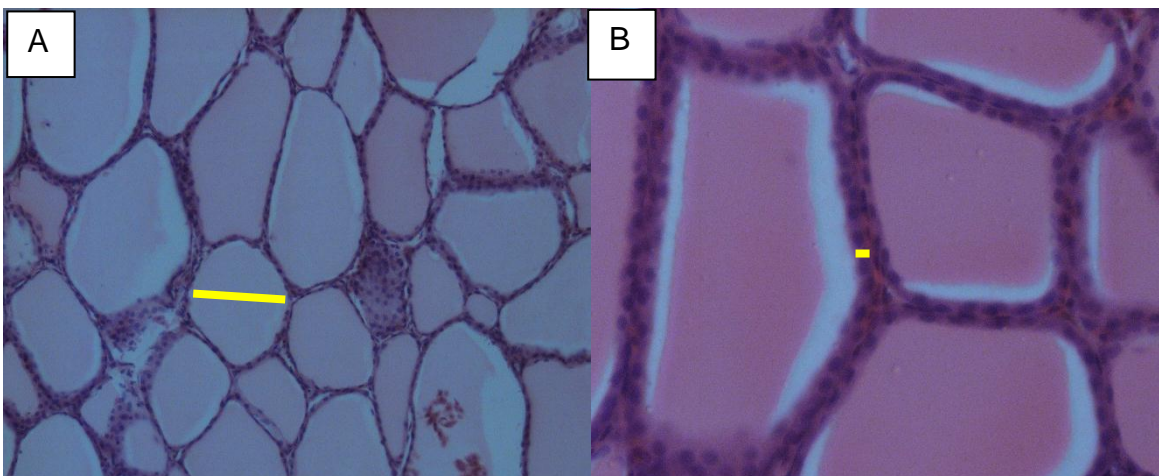


Figura 6 - Tireoide. A) Diâmetro do folículo. B) Altura do epitélio.

3.6.5. Análise centesimal da carne

Das aves abatidas aos 42 dias foram identificados e congelados as pernas e o peito para a obtenção das características centesimais da carne. As amostras *in natura* da perna (coxa e sobre coxa) e do peito foram descongeladas e trituradas e, após, submetidas à pré-secagem em estufa com ar forçado (55°C), por 72 h. Após, as amostras foram moídas novamente e realizadas as análises de matéria seca, proteína bruta e cinzas, conforme metodologia desenvolvida por Silva e Queiroz (2004) e a gordura foi determinada segundo a metodologia adaptada de Bligh e Dyer (1959).

3.6.6. Análise instrumental

Ainda no abatedouro, a avaliação do pH foi realizada 45min após o abate das aves (pH inicial) e após 24 horas de refrigeração (pH final). A determinação foi realizada com um pHmetro da marca Quimis, modelo Q400AS (precisão de $\pm 0,02\text{pH}$), através de uma incisão no músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) esquerdo.

As demais análises foram realizadas no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia – FAEM- UFPel.

Para as análises instrumentais (físico-químicas) foram selecionadas ao acaso quatro aves por tratamento, totalizando 20 amostras do peito, as quais foram descongeladas sob refrigeração a 4°C para realização das seguintes determinações:

- Cor: a análise foi realizada utilizando um colorímetro Chroma Meter CR-310 (Minolta, Osaska, Japão) avaliando-se pelo sistema L*, a*, b*, em que: L* (luminosidade), a* (intensidade da cor vermelha) e b* (intensidade da cor amarela), procedendo com a medida de três pontos distintos do músculo peitoral maior (*Pectoralis major*), para obtenção de um valor médio para cor deste músculo.

Foi calculado o croma, que é a relação entre os valores de a* e b*, onde se obtém a saturação do objeto analisado e o *Hue-Angle* que é o ângulo formado entre a* e b*, indicando a tonalidade da cor do objeto. Para o cálculo do croma foi utilizada a fórmula matemática (1) e, para se calcular *Hue-Angle*, utilizou-se a fórmula (2).

$$(1) C = \sqrt{a^*+b^*}$$

$$(2) H^\circ = \arctg b^*/a^*$$

- Capacidade de retenção de água: foi avaliada pelo método de pressão (Grau e Hamm, 1953, modificado por Sierra, 1973). Foram utilizados 5g de amostra do músculo *Pectoralis major*. A carne triturada foi colocada entre dois papéis filtro circulares Albert 238 de 12,5 cm de diâmetro. Foi isolada a parte superior e inferior do papel entre duas placas de Petry, colocando em cima um peso de 2,250 kg, por cinco minutos. A amostra de carne resultante foi pesada novamente, em balança digital, para o cálculo da água perdida. O resultado foi expresso em porcentagem da quantidade de água retida em relação ao peso inicial da amostra.

- Força de cisalhamento: as amostras foram envolvidas em papel alumínio e assadas até atingir 85°C de temperatura interna. Após, foram cortadas

paralelamente às fibras musculares, com o auxílio de um vazador com 1,2 cm² de diâmetro. A força de cisalhamento foi registrada pelo aparelho Instron, acoplado a um acessório Warner-Bratzler, medindo a força necessária para o rompimento da fibra, expresso em kgf/cm².

- Perda por cocção: inicialmente as amostras *in natura* foram pesadas, envolvidas em papel alumínio e assadas em grill elétrico até atingir 82-85°C de temperatura interna. As amostras foram pesadas novamente após atingirem temperatura ambiente, sendo a perda por cocção determinada como o percentual de perda de peso da amostra.

3.6.7. Análise sensorial

Para a análise sensorial foram selecionadas ao acaso, no abate final, oito aves por tratamento, obtendo 40 amostras do corte do peito. As análises foram realizadas no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia – FAEM-UFPel. Foram cinco sessões com nove assessores treinados, os quais avaliaram oito repetições de cada um dos cinco tratamentos.

Os pedaços de peito foram descongelados, sob refrigeração a 4°C, durante 24 horas, enrolados em papel alumínio e assados em Grill elétrico (Black & Decker, modelo GS 1600, Brasil) pré aquecido até atingir a temperatura interna de 82 - 85°C. Após, foram cortados paralelamente às fibras musculares em cubos de 1,5cm, codificados com números de três dígitos e servidos à temperatura de 60°C. As amostras foram analisadas em cabines individuais e avaliadas de acordo com os seguintes atributos: intensidade de cor; quanto ao odor: característico, gordura e estranho; quanto ao sabor: característico, estranho e residual; dureza; suculência, fibrosidade e aceitabilidade global, utilizando uma escala estruturada de 9cm centímetros, ancorada nos extremos à esquerda pelo termo “fraco” e à direita pelo termo “forte” (STONE; SIDEL, 1998) conforme anexo 1.

3.6.8. Análise econômica

Para verificar a viabilidade econômica da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola foi necessário realizar um levantamento de preços na Região Sul do país com relação ao preço dos insumos e ao preço do frango vivo. Para isso houve

um contato com os pesquisadores do Centro de Inteligência de Aves e Suínos da EMBRAPA (CIAS/EMBRAPA), os quais forneceram os preços ao nível de produtor na época do experimento. Os preços médios por quilo (R\$/kg) considerados para os ingredientes da dieta foram: milho (7,88%) R\$ 0,571; farelo de canola R\$ 0,700; farelo de soja (45%) R\$ 1,075; óleo de soja R\$ 2,295; fosfato bicálcico R\$ 1,260; calcário R\$ 0,230; sal comum R\$ 0,350; lisina R\$ 3,041; metionina R\$ 7,937; núcleo vitamínico mineral R\$ 6,018. O preço pago pelo quilo do frango vivo foi considerado R\$ 2,42.

Os indicadores econômicos avaliados foram a margem bruta (MB) e o índice de rentabilidade (IR). Para o cálculo da margem bruta utilizou-se a equação: $MB = RBM - CMR$, sendo RBM a receita bruta média e o CMR o consumo médio de ração. Para a obtenção do CRM e da RBM foram utilizadas as fórmulas:

$$RBM = Q_f * P_f$$

$$CMR = Q_r * P_r$$

em que: Q_f é a quantidade de frango produzido e P_f é o preço do frango; Q_r é quantidade de ração e P_r é o preço da ração. O Índice de Rentabilidade (IR) foi obtido pelo quociente entre MB e CMR.

3.6.9. Análise estatística

Para a avaliação da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre os parâmetros estudados, com exceção da análise sensorial, foram utilizados análise de regressão polinomial, sendo os modelos escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão ($P < 0,05$) e pelo coeficiente de determinação. Posteriormente, foi realizado o cálculo do ponto máximo ou mínimo, nas situações onde foi observado efeito quadrático nas variáveis.

Para a avaliação da análise sensorial, foi escolhido o delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial de cinco tratamentos x nove assessores x oito repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA-GLM) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desempenho zootécnico

As médias para as variáveis de peso vivo semanal (PVS), ganho de peso semanal (GPS) e ganho de peso acumulado (GPAC), são apresentadas na tab. 4; os resultados para consumo de ração semanal (CRS), consumo de ração acumulado (CRAC), conversão alimentar semanal (CAS) e conversão alimentar acumulado (CAAC) são apresentados na tab. 5; e os índices de eficiência alimentar (IEA) e de eficiência produtiva (IEP) podem ser observados na tab. 6. Todas as médias são apresentadas em relação à idade das aves e o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

Ao observar-se a tab. 4 é possível verificar que não houve diferença de peso vivo no dia do alojamento dos pintinhos. O peso ao primeiro dia das aves é considerado o principal fator para manter a uniformidade inicial do lote. Vieira e Moran Jr. (1998), encontraram um rendimento de carcaça superior para pintos com pesos maiores ao alojamento.

O peso vivo semanal apresentou um comportamento linear decrescente com o aumento da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta em todas as semanas (tab. 4). No período de 1 a 7 dias, ao se comparar o nível de substituição de 100% com o tratamento controle (T0) verificou-se uma redução de 19,63g no peso vivo das aves, o que corresponde a uma redução de 11,23% de peso na primeira semana de vida dos pintinhos.

Tabela 4 - Peso vivo semanal (PVS), ganho de peso semanal (GPS) e ganho de peso acumulado (GPAC) de frangos submetidos à dieta com níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|-------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|----------|----------|--------|----------------|-----------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| PSV (g) | 0 | 52,42 | 51,99 | 51,11 | 51,12 | 51,84 | 0,8565 | 1,70 | | |
| | 1 a 7 | 174,86 | 170,63 | 163,13 | 157,97 | 155,23 | 0,0011 | 4,69 | 0,98 | y= - 0,207x + 174,75 |
| | 8 a 14 | 456,60 | 452,62 | 434,43 | 417,77 | 393,11 | 0,0271 | 6,55 | 0,95 | y= - 0,627x + 463,27 |
| | 15 a 21 | 848,35 | 854,18 | 801,23 | 765,69 | 779,45 | 0,0044 | 6,98 | 0,80 | y= - 0,905x + 855,04 |
| | 22 a 28 | 1341,66 | 1360,43 | 1280,08 | 1200,54 | 1246,04 | 0,0099 | 7,64 | 0,70 | y= - 1,404x + 1355,98 |
| | 29 a 35 | 2039,60 | 2051,39 | 1977,70 | 1879,73 | 1877,79 | 0,0032 | 6,06 | 0,87 | y= - 1,981x + 2064,30 |
| | 36 a 42 | 2650,32 | 2565,26 | 2521,30 | 2473,61 | 2442,27 | 0,0136 | 5,90 | 0,97 | y= - 2,031x + 2632,11 |
| GPS (g) | 1 a 7 | 122,44 | 118,64 | 111,03 | 105,84 | 103,38 | 0,0015 | 6,94 | 0,97 | y= - 0,204x + 122,45 |
| | 8 a 14 | 281,73 | 281,98 | 271,29 | 259,80 | 237,87 | 0,0005 | 8,07 | 0,89 | y= - 0,440x + 288,52 |
| | 15 a 21 | 391,75 | 401,56 | 366,79 | 347,91 | 386,34 | 0,2138 | 10,97 | | |
| | 22 a 28 | 493,31 | 506,25 | 478,85 | 434,85 | 466,59 | 0,3077 | 12,42 | | |
| | 29 a 35 | 697,94 | 690,96 | 697,62 | 679,19 | 631,75 | 0,2952 | 8,69 | | |
| | 36 a 42 | 610,72 | 513,87 | 543,59 | 593,88 | 564,48 | 0,2988 | 14,63 | | |
| GPAC (g) | 8 a 14 | 404,17 | 400,63 | 382,33 | 365,65 | 341,26 | < 0,0001 | 7,07 | 0,95 | y= - 0,641x + 410,97 |
| | 15 a 21 | 795,92 | 802,19 | 749,13 | 713,56 | 727,60 | 0,0450 | 7,45 | 0,80 | y= - 0,901x + 802,74 |
| | 22 a 28 | 1289,24 | 1308,44 | 1227,98 | 1148,41 | 1194,19 | 0,0100 | 7,95 | 0,70 | y= - 1,400x + 1303,68 |
| | 29 a 35 | 1987,18 | 1999,40 | 1925,60 | 1827,61 | 1825,94 | 0,0032 | 6,21 | 0,87 | y= - 1,977x + 2012,00 |
| | 36 a 42 | 2597,90 | 2513,27 | 2469,20 | 2421,49 | 2390,42 | 0,0136 | 6,01 | 0,97 | y= - 2,020x + 2679,80 |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

Segundo Gonzáles e Saldanha (2001), como a vida dos frangos de corte tem um ciclo rápido, em média 42 dias, a primeira semana de vida representa cerca de 20% do período de vida da ave. É nesta fase que ocorre a maior taxa de crescimento relativo do pintinho, havendo uma alta correlação positiva entre as médias de peso vivo no sétimo dia e o seu respectivo peso ao abate. Esse resultado foi também observado no presente estudo, em que a Fig. 7 demonstra a alta correlação existente ($r = 0,84$) entre o peso dos pintinhos na primeira semana de vida e o peso vivo ao abate aos 42 aos dias. Figueiredo et al. (2003) e Min et al. (2011) trabalharam com níveis de inclusão do farelo de canola na dieta de frangos de corte e encontraram uma resposta linear decrescente ao aumentar os níveis de canola nas primeira semana de vida dos pintinhos. A redução do peso vivo das aves na primeira e na última semana encontrada neste experimento em função do aumento do farelo de canola na dieta, corrobora com os resultados encontrados por Irani et al. (2012), que incluíram até 22,5% de farelo de canola na dieta de frangos de corte e também obtiveram uma resposta decrescente na primeira e na última semana de vida dos frangos.

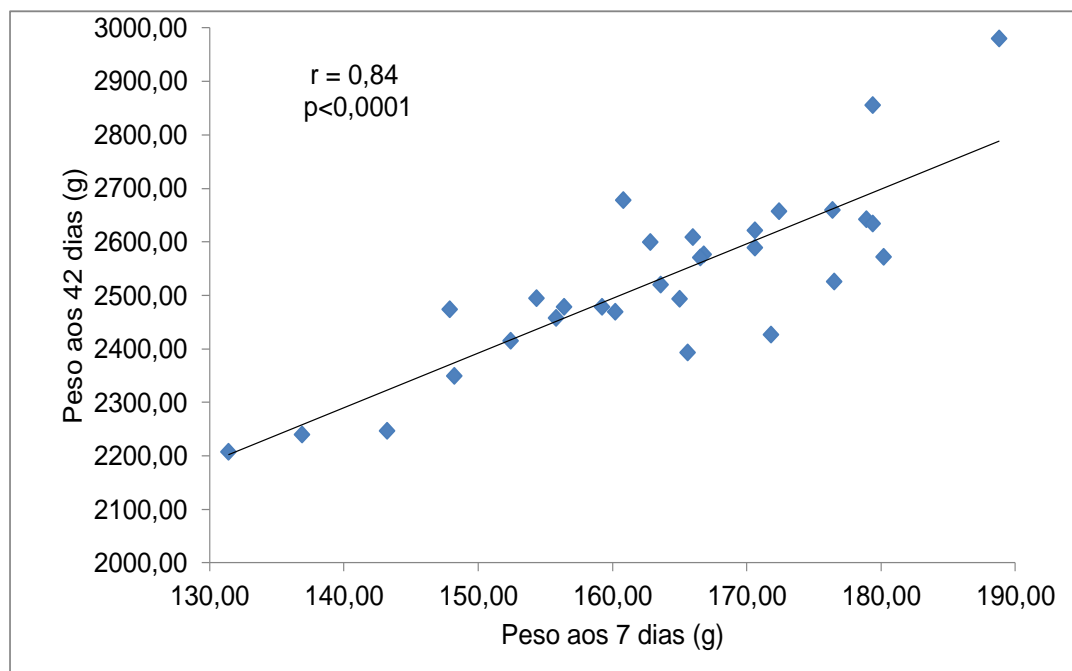


Figura 7 - Correlação entre as médias de peso aos 7 e aos 42 dias.

A inclusão do farelo de canola na dieta promoveu um efeito adverso significativo ($p < 0,01$) sobre o ganho de peso semanal no primeiro período (1-7 dias)

e no segundo (8 a 14 dias), ocorrendo uma resposta linear decrescente conforme aumentou o nível de canola na dieta. Nas demais semanas não houve efeito significativo para a variável ganho de peso semanal (tab. 4). No entanto, ao observar-se o ganho de peso acumulado, encontrou-se uma resposta linear decrescente durante todas as fases de vida dos frangos. Provavelmente, tal fato pode ser atribuído ao ganho de peso inicial ser fortemente influenciado de modo negativo pelo farelo de canola. Pode-se observar que a cada 1% de farelo de canola adicionado na dieta houve uma redução de 0,204g na primeira semana e 0,440g na segunda sobre o ganho de peso por semana. No ganho de peso acumulado na última semana essa redução chegou a 2,020g a cada 1% de farelo de canola adicionado (tab. 4).

O consumo de ração semanal apresentou uma resposta significativa apenas nos períodos de 8 a 14 ($p < 0,05$) e de 22 a 28 dias ($p < 0,01$), ocorrendo uma regressão linear decrescente com o aumento do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Conforme esperado, o consumo de ração acumulado foi também significativo nas semanas de 8 a 14 dias ($p < 0,05$) e de 22 aos 42 dias ($p < 0,01$) (tab. 5), podendo-se observar que aos 42 dias, a cada 1% da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola houve um decréscimo de 2,540g.

O efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta foi significativo ($p < 0,01$) para a conversão alimentar semanal na primeira semana (1 a 7 dias) piorando linearmente conforme aumentou o nível de substituição entre os farelos. Na quarta semana (22 a 28 dias), houve uma melhora linear na conversão alimentar. Sugere-se, ao observar a Fig. 8, que pelo fato de a conversão alimentar ser o quociente entre o consumo de ração e o ganho de peso, quanto menor o consumo de ração melhor é a conversão alimentar, bem como quanto maior for o ganho de peso também melhor é a conversão. Neste caso, o consumo de ração diminuiu. A conversão alimentar semanal foi melhor conforme aumentou os níveis de substituição entre os farelos, pois o consumo de ração aos 28 dias apresentou uma resposta linear decrescente ($p < 0,01$). Embora não tenha tido diferença estatística, aos 28 dias o ganho de peso semanal teve as seguintes médias 493,31g; 506,25g; 478,85g; 434,85g e 466,59g, respectivamente, para os tratamentos T0, T25, T50, T75 e T100. Pode-se observar que o ganho de peso não foi linear, nem quadrático, oscilou seus valores ao longo dos tratamentos, o que pode ter influenciado na conversão alimentar semanal, conforme mostra a relação entre o consumo de

Tabela 5 - Consumo de ração semanal (CRS), consumo de ração acumulado (CRAC), conversão alimentar semanal (CAS), conversão alimentar acumulado (CAAC) de frangos submetidos à dieta com níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades.

| Variáveis | Semanas | Níveis de substituição | | | | | *p | CV(%) | R ² | Equação |
|-------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|-------|----------------|-----------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| CRS (g) | 1 a 7 | 143,11 | 144,50 | 139,28 | 134,71 | 142,01 | 0,4436 | 6,79 | | |
| | 8 a 14 | 364,48 | 367,30 | 355,75 | 333,19 | 338,90 | 0,0391 | 6,03 | 0,78 | y= - 0,341x + 368,98 |
| | 15 a 21 | 602,49 | 532,70 | 561,58 | 565,56 | 565,46 | 0,3367 | 9,75 | | |
| | 22 a 28 | 810,27 | 857,50 | 718,16 | 668,96 | 676,61 | 0,0003 | 11,41 | 0,74 | y= - 1,823x + 837,47 |
| | 29 a 35 | 1132,93 | 1121,50 | 1105,16 | 1059,85 | 1126,08 | 0,5080 | 7,01 | | |
| | 36 a 42 | 1128,64 | 1127,81 | 1130,70 | 1162,06 | 1128,82 | 0,9362 | 7,17 | | |
| CRAC (g) | 8 a 14 | 507,60 | 511,75 | 495,03 | 467,91 | 480,91 | 0,0271 | 6,55 | 0,70 | y= - 0,388x + 512,08 |
| | 15 a 21 | 1110,09 | 1044,45 | 1056,61 | 1033,47 | 1046,38 | 0,4863 | 7,38 | | |
| | 22 a 28 | 1920,36 | 1901,96 | 1774,77 | 1702,44 | 1722,99 | 0,0015 | 7,27 | 0,86 | y= - 2,377x + 1923,36 |
| | 29 a 35 | 3053,30 | 3023,46 | 2879,94 | 2762,29 | 2849,08 | 0,0072 | 6,13 | 0,75 | y= - 2,678x + 3047,54 |
| | 36 a 42 | 4181,95 | 4151,27 | 4010,64 | 3924,35 | 3977,90 | 0,0080 | 4,25 | 0,80 | y= - 2,540x + 4176,23 |
| CAS | 1 a 7 | 1,17 | 1,22 | 1,25 | 1,27 | 1,37 | 0,0011 | 5,53 | 0,92 | y= 0,003x + 1,17 |
| | 8 a 14 | 1,29 | 1,30 | 1,31 | 1,28 | 1,45 | 0,0799 | 9,89 | | |
| | 15 a 21 | 1,54 | 1,32 | 1,55 | 1,63 | 1,46 | 0,1562 | 10,25 | | |
| | 22 a 28 | 1,65 | 1,71 | 1,50 | 1,54 | 1,45 | 0,0115 | 10,46 | 0,70 | y= - 0,002x + 1,69 |
| | 29 a 35 | 1,65 | 1,62 | 1,58 | 1,56 | 1,78 | 0,1667 | 9,62 | | |
| | 36 a 42 | 1,86 | 2,24 | 2,19 | 1,95 | 2,02 | 0,4444 | 19,36 | | |
| CAAC | 8 a 14 | 1,25 | 1,27 | 1,29 | 1,27 | 1,42 | 0,0109 | 7,42 | 0,61 | y= 0,001x + 1,24 |
| | 15 a 21 | 1,39 | 1,30 | 1,41 | 1,44 | 1,43 | 0,1182 | 4,96 | | |
| | 22 a 28 | 1,49 | 1,45 | 1,44 | 1,48 | 1,44 | 0,5110 | 4,04 | | |
| | 29 a 35 | 1,54 | 1,51 | 1,49 | 1,51 | 1,56 | 0,4344 | 4,31 | | |
| | 36 a 42 | 1,61 | 1,65 | 1,63 | 1,62 | 1,66 | 0,7516 | 4,61 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

ração semanal (CRS), o ganho de peso semanal (GPS) e a conversão alimentar semanal (CAS) aos 28 dias (Fig 8.)

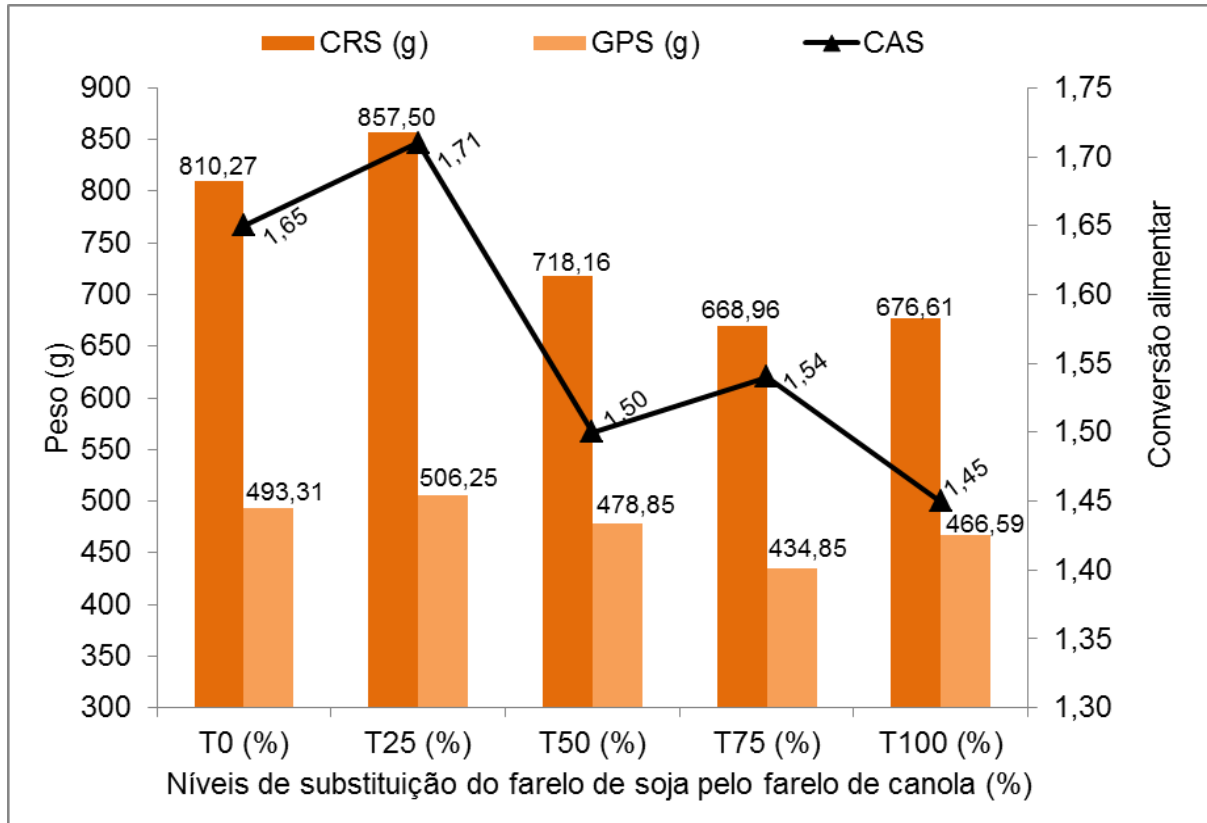


Figura 8 - Relação entre o consumo de ração semanal (CRS), ganho de peso semanal (GPS) e conversão alimentar semanal (CAS) aos 28 dias de idade.

Como o índice de eficiência alimentar (IEA) é o inverso da conversão alimentar, obteve-se também um efeito significativo no primeiro e no quarto período experimental, como era de se esperar. Já o índice de eficiência produtiva, que leva em consideração a idade, a conversão alimentar e o peso vivo das aves foi significativo na 1ª (1-7 dias), na 2ª (8-14 semanas) e na 5ª (36 a 42 dias) semana.

Naseem et al. (2006) realizaram a inclusão de até 25% de farelo de canola na dieta de frangos de corte e encontraram diferença estatística apenas para a conversão alimentar, que piorou, e o consumo de ração, que diminuiu, para as aves que receberam maiores níveis de farelo de canola a partir dos 35 dias, o que difere do presente experimento, no qual não foi encontrado diferença estatística para a CAS e nem para CRS nas últimas semanas. O presente estudo também difere dos resultados encontrados por Naseem et al. (2006), no que se refere ao ganho de peso e peso vivo nas últimas semanas. Os referidos autores não encontraram

Tabela 6 - Índice de eficiência alimentar (IEA), índice de eficiência produtiva (IEP) de frangos submetidos à dieta com níveis de 0, 25, 50, 75 e 100% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades.

| Variáveis | Semanas | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|-----------|---------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|----------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| IEA | 1 a 7 | 88,57 | 82,15 | 79,62 | 79,36 | 72,81 | 0,0025 | 5,88 | 0,91 | y= -0,113x + 85,57 |
| | 8 a 14 | 77,33 | 76,83 | 76,33 | 78,40 | 69,99 | 0,0900 | 7,02 | | |
| | 15 a 21 | 64,93 | 75,47 | 65,67 | 61,37 | 68,91 | 0,1274 | 10,10 | 0,74 | y= 0,093x + 59,64 |
| | 22 a 28 | 60,76 | 59,12 | 67,04 | 65,15 | 69,39 | 0,0137 | 10,65 | | |
| | 29 a 35 | 61,44 | 61,61 | 63,14 | 64,85 | 56,13 | 0,1716 | 9,75 | | |
| | 36 a 42 | 54,08 | 45,50 | 48,35 | 51,59 | 50,15 | 0,3577 | 14,77 | | |
| IEP | 1 a 7 | 213,93 | 200,37 | 185,84 | 178,74 | 161,56 | 0,0002 | 8,57 | 0,99 | y= - 0,500x + 213,36 |
| | 8 a 14 | 252,18 | 248,52 | 236,89 | 233,65 | 198,98 | 0,0007 | 10,57 | 0,83 | y= - 0,485x + 258,30 |
| | 15 a 21 | 262,73 | 307,12 | 252,08 | 224,66 | 254,82 | 0,0599 | 13,46 | 0,70 | y= - 0,540x + 372,57 |
| | 22 a 28 | 308,10 | 288,21 | 306,81 | 279,82 | 309,90 | 0,7710 | 16,69 | | |
| | 29 a 35 | 361,51 | 361,15 | 356,81 | 346,70 | 300,79 | 0,0161 | 11,90 | | |
| | 36 a 42 | 341,38 | 279,24 | 292,91 | 304,30 | 293,25 | 0,4102 | 18,75 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

diferença estatística para as variáveis citadas, diferentemente deste experimento, que durante todo o ciclo de produção apresentou diferença no peso vivo semanal das aves e no ganho de peso acumulado (tab. 4).

Nascimento et al. (1998) verificaram uma redução no ganho de peso e no consumo de ração aos 42 dias conforme aumentou o nível de farelo de canola na dieta, atribuindo a redução no ganho de peso à quantidade de fibra contida no farelo de canola, o que poderia ter diminuído a digestibilidade da proteína, promovendo um baixo consumo e conseqüentemente um baixo ganho de peso. Ahmed et al. (2014) encontraram um melhor desempenho para frangos de corte submetidos a dietas com 30% de farelo de canola obtido do processo de extração mecânica (extrusão) de óleo. Os autores relataram que a melhora no desempenho foi conseqüência de uma melhor digestibilidade da proteína e da energia em função de uma redução no teor de fibra do farelo.

A conversão alimentar semanal (tab. 5) piorou linearmente conforme aumentou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na primeira semana. No entanto, nesta mesma semana os tratamentos não apresentaram diferença significativa quanto ao consumo de ração. Sugere-se que o farelo de canola não influenciou na palatabilidade pelo seu sabor adstringente, que pode influenciar na dieta em função de seus fatores antinutricionais como a sinapina, taninos e glucosinolatos. Então para tentar explicar uma piora significativa na conversão alimentar e a redução do ganho de peso da primeira semana, provavelmente o decréscimo no ganho de peso possa ter ocorrido pela má absorção de nutrientes.

De acordo com Leandro et al. (2006), a primeira fase é limitante pelas características anátomo-fisiológicas diferenciadas do aparelho digestivo, crescimento acelerado nos primeiros dias de vida, grande dificuldade de termorregulação e dificuldades em digerir e absorver certos nutrientes. Figueiredo et al. (2003) também observaram prejuízo no desempenho dos frangos de corte com a utilização de níveis crescentes do farelo de canola na dieta inicial. Atribuíram os resultados negativos ao alto teor de fibra na dieta com farelo de canola, o que pode levar a uma redução na digestibilidade das proteínas. Garcia et al. (2005), observaram que frangos de corte alimentados com sorgo com alto teor de tanino apresentaram um crescimento abaixo do esperado e atribuem este fato aos efeitos tóxicos e ações prejudiciais específicas dos taninos, que podem se ligar a proteína

no intestino e prejudicar a utilização dos nutrientes pela aves. Como o farelo de canola possui taninos em sua composição, a redução do desempenho zootécnico pode ter sido causada por essas substâncias.

Para que as dietas fossem isoenergéticas foi necessário aumentar o nível de óleo conforme aumentou a substituição entre os farelos (tab. 3), visto que o farelo de canola possui uma energia metabolizável menor em relação ao farelo de soja. Segundo Andreotti (2002), a adição de lipídios na dieta pode ocasionar melhora nas características de desempenho, dentre elas o fato das gorduras reduzirem o tempo de trânsito do alimento pelo sistema digestório, aumentando assim a absorção de nutrientes. No entanto, inicialmente o trato intestinal de aves jovens ainda não consegue digerir e absorver os lipídios da dieta, pois a absorção desses nutrientes requer uma série de fatores, como a presença de sais biliares e lipase pancreática. Nos primeiros dias de vida o sistema entero-hepático das aves ainda é imaturo e pode afetar a negativamente a absorção dos lipídeos, uma vez que reduz a emulsificação da gordura (MAIORKA et al., 1997).

Segundo Andreotti et al. (2004), as aves adultas estão mais adaptadas para digerir e absorver os lipídios e, portanto, podem ter uma melhor regulação da ingestão de alimentos de acordo com esses fatores, enquanto que aves jovens ainda não são capazes de utilizar plenamente o mecanismo de regulação da alimentação. Em função disso, os autores não recomendam a utilização de altos níveis de óleo nas primeiras semanas de vida das aves.

O efeito negativo no desempenho das aves com os níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola pode estar atribuído, principalmente, pelo menor desempenho na fase inicial das aves, devido aos fatores antinutricionais do farelo de canola e os altos níveis de óleo na dieta. Como o ciclo de vida da ave é muito rápido, provavelmente não houve tempo hábil para se recuperar, embora o seu ganho de peso semanal a partir do 21^o dia de idade não tenha apresentado diferença estatística (tab. 4)

4.2. Características de carcaça e biometria dos órgãos

As médias para os pesos e os rendimentos de carcaça, peito, perna e asas são apresentadas na tab. 7.

Tabela 7.- Peso e rendimento da carcaça de frangos alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|------------------|------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|-----------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| Peso carcaça (g) | 14 | 256,25 | 250,00 | 227,50 | 220,00 | 221,50 | 0,0037 | 8,08 | 0,87 | y= - 0,400x + 255,00 |
| | 21 | 528,75 | 491,25 | 495,00 | 452,50 | 442,50 | 0,0349 | 8,45 | 0,75 | y= - 0,605x + 526,25 |
| | 28 | 925,00 | 928,33 | 921,25 | 887,50 | 876,25 | 0,8351 | 8,62 | | |
| | 35 | 1490,00 | 1441,25 | 1347,50 | 1251,25 | 1249,00 | 0,0014 | 8,51 | 0,95 | y= - 2,761x + 1492,00 |
| | 42 | 1880,00 | 1976,25 | 1843,12 | 1700,00 | 1796,25 | 0,2025 | 8,33 | | |
| Peso peito (g) | 14 | 75,00 | 76,25 | 68,75 | 67,50 | 58,75 | 0,0012 | 8,92 | 0,87 | y= - 0,156x + 77,50 |
| | 21 | 181,25 | 155,00 | 168,75 | 131,25 | 145,00 | 0,0015 | 10,38 | 0,60 | y= - 0,385x + 175,50 |
| | 28 | 287,50 | 291,25 | 283,75 | 273,75 | 268,75 | 0,6985 | 9,02 | | |
| | 35 | 511,25 | 482,50 | 420,00 | 393,75 | 415,00 | 0,1026 | 11,48 | | |
| | 42 | 658,75 | 705,00 | 621,87 | 571,25 | 557,50 | 0,0490 | 8,98 | 0,75 | y= - 1,345x + 658,09 |
| Peso perna (g) | 14 | 33,75 | 32,50 | 31,25 | 26,25 | 27,50 | 0,0040 | 11,89 | 0,84 | y= - 0,075x + 34,00 |
| | 21 | 70,00 | 65,00 | 67,50 | 56,25 | 61,25 | 0,0195 | 10,11 | 0,59 | y= - 0,105x + 69,25 |
| | 28 | 117,50 | 120,00 | 118,75 | 116,25 | 111,25 | 0,8350 | 9,69 | | |
| | 35 | 188,75 | 183,75 | 180,00 | 158,75 | 160,00 | 0,0066 | 9,76 | 0,87 | y= - 0,330x + 190,75 |
| | 42 | 238,75 | 250,00 | 235,42 | 211,25 | 235,00 | 0,3966 | 11,42 | | |
| Peso asa (g) | 14 | 15,00 | 15,00 | 15,00 | 12,00 | 15,00 | 0,2496 | 8,08 | | |
| | 21 | 32,50 | 33,75 | 35,00 | 26,25 | 27,50 | 0,0319 | 15,34 | 0,60 | y= - 0,070x + 34,50 |
| | 28 | 57,50 | 58,75 | 56,25 | 55,00 | 57,50 | 0,9613 | 13,08 | | |
| | 35 | 80,00 | 85,00 | 86,25 | 76,25 | 88,75 | 0,2006 | 9,13 | | |
| | 42 | 97,50 | 95,00 | 98,22 | 91,25 | 97,50 | 0,9201 | 12,37 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

Continuação... Tabela 7 - Peso e rendimento da carcaça de frangos alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|------------------------|------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|---------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| Rendimento carcaça (%) | 14 | 66,06 | 64,69 | 63,79 | 64,85 | 62,84 | 0,0391 | 3,12 | 0,92 | y= - 0,917x + 66,11 |
| | 21 | 69,96 | 67,96 | 70,59 | 71,27 | 72,45 | 0,3363 | 4,21 | | |
| | 28 | 75,06 | 73,97 | 73,88 | 72,82 | 71,03 | 0,0086 | 2,65 | 0,91 | y= - 0,921x + 76,11 |
| | 35 | 74,80 | 80,23 | 75,25 | 74,89 | 74,31 | 0,2931 | 5,44 | | |
| | 42 | 77,63 | 77,98 | 78,77 | 74,42 | 76,11 | 0,1137 | 2,78 | | |
| Rendimento peito (%) | 14 | 29,40 | 30,54 | 30,27 | 30,72 | 26,47 | 0,1208 | 7,88 | | |
| | 21 | 34,42 | 31,57 | 31,52 | 29,09 | 30,71 | 0,0160 | 7,90 | 0,65 | y= - 0,990x + 34,43 |
| | 28 | 31,13 | 31,59 | 30,80 | 30,85 | 30,64 | 0,9515 | 5,30 | | |
| | 35 | 34,35 | 33,49 | 31,09 | 31,50 | 33,35 | 0,8365 | 5,43 | | |
| | 42 | 35,17 | 35,75 | 33,72 | 33,62 | 31,11 | 0,0108 | 4,69 | 0,81 | y= - 1,025x + 36,95 |
| Rendimento perna (%) | 14 | 13,13 | 13,03 | 13,72 | 11,88 | 12,47 | 0,2818 | 9,06 | | |
| | 21 | 13,21 | 13,23 | 12,64 | 12,44 | 12,94 | 0,5570 | 6,13 | | |
| | 28 | 12,73 | 13,32 | 12,91 | 13,05 | 12,69 | 0,7531 | 5,27 | | |
| | 35 | 12,69 | 12,74 | 13,33 | 12,69 | 12,89 | 0,6300 | 5,13 | | |
| | 42 | 12,67 | 12,59 | 12,78 | 12,39 | 13,13 | 0,6242 | 5,20 | | |
| Rendimento asa (%) | 14 | 5,88 | 6,03 | 6,60 | 5,72 | 6,79 | 0,1214 | 8,27 | | |
| | 21 | 6,11 | 6,86 | 6,56 | 5,79 | 5,84 | 0,2766 | 12,42 | | |
| | 28 | 6,20 | 6,80 | 6,12 | 6,20 | 6,55 | 0,6184 | 10,06 | | |
| | 35 | 5,38 | 5,88 | 6,40 | 6,09 | 7,18 | 0,0004 | 8,95 | 0,81 | y= 0,381x + 5,043 |
| | 42 | 5,19 | 4,80 | 5,32 | 5,38 | 5,39 | 0,4316 | 9,08 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

Aos 14 dias de idade pode-se notar que não houve efeito significativo da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola para os rendimentos de peito, perna e de asa, nem para o peso da asa. No entanto, observa-se uma redução linear com o aumento do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em relação ao peso da carcaça ($p < 0,01$), peso do peito ($p < 0,01$), peso da perna ($p < 0,01$) e rendimento de carcaça ($p < 0,05$). O rendimento de carcaça diminuiu 0,917% a cada 1% de canola adicionado na dieta. Provavelmente esse menor rendimento tanto para esta variável, como para os pesos de peito e carcaça, seja em função de um menor consumo de ração nessa fase (tab. 5) que pode ter levado a uma menor absorção de lisina, aminoácido exigido em altos teores na proteína da carne (MORAN, 1992).

Aos 21 dias de idade (tab. 7) houve efeito significativo da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola havendo uma redução linear para as variáveis de peso de peito ($p < 0,01$), peso de perna ($p < 0,05$), peso de asa ($p < 0,05$) e rendimento de peito ($p < 0,05$). De acordo com Nascimento et al. (1998), a diminuição no peso dos cortes e seu rendimento em função do aumento do nível de inclusão do farelo de canola está relacionado ao menor desempenho obtido pelos frangos. No presente trabalho, as aves apresentaram uma redução no peso vivo semanal em função da substituição dos farelos.

Observa-se que aos 28 dias não houve efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre o peso das variáveis nem sobre os rendimentos, com exceção do rendimento de carcaça ($p < 0,01$). Possivelmente nesse período houve uma melhor absorção de proteína, pois ao observar a tab. 5 nota-se que essa foi a única semana que a conversão alimentar foi melhor conforme aumentou os níveis de farelo de canola na dieta.

A substituição do farelo de soja pelo farelo de canola foi significativa ($p < 0,01$) sobre o peso da carcaça que diminuiu conforme o nível de canola na dieta aumentou, aos 35 dias de idade. O rendimento de asa também apresentou diferença estatística entre os tratamentos ($p < 0,01$). Diferentemente das demais variáveis, a equação de regressão linear foi crescente, aumentando 5,043% a cada 1% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Tal fato pode ter ocorrido porque no momento de realização do corte são diferentes pessoas trabalhando e embora se preconize uma padronização para o corte, possivelmente alguns não tenham sido precisos.

De uma maneira geral, os frangos de corte são abatidos aos 42 dias de idade, sendo o propósito a produção de carne. Os cortes de peito, pernas e filé de peito são considerados nobres. Portanto, observa-se que seu rendimento é de grande importância. Para esse trabalho, na idade do abate apenas o peso e o rendimento do peito apresentaram diferença estatística entre os tratamentos ($p > 0,05$). Esses resultados divergem, em parte, daqueles encontrados por Franzoi et al. (2000) que não encontraram diferenças significativas para o rendimento de carcaça nem para a quantidade de tecidos comestíveis produzidos. Segundo Benicio (1995), em todo o ciclo de produção o rendimento de carcaça é o fator que mais contribui para maximizar o retorno econômico. No presente experimento, não houve diferença estatística para o rendimento de carcaça aos 42 dias, o que discorda dos resultados encontrados por Nascimento et al. (1998), que encontraram um menor rendimento de carcaça nessa mesma idade.

As médias encontradas para a biometria das vísceras não comestíveis nas diferentes idades em função no nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta são apresentadas tab. 8.

Foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos apenas para o comprimento do íleo aos 21 dias de idade ($p < 0,01$), com o aumento dos níveis de canola na dieta.

O intestino delgado é o principal órgão responsável pela digestão e absorção de nutrientes. Assim, quanto antes as aves alcançarem sua capacidade funcional, mais cedo poderão utilizar os nutrientes da dieta, crescer eficientemente e demonstrar seu potencial genético, resistir a infecções e doenças metabólicas (UNI; FERKET, 2004).

De acordo com Ito (2004), no período de 20 dias após a eclosão, o intestino está completamente formado anatômica e funcionalmente. Ainda de acordo com os autores, o comprimento e o diâmetro do intestino variam de acordo com diversos fatores, tais como, o tipo de dieta, a presença de aditivo alimentar ou promotor de crescimento adicionado à ração, presença de microbiota bacteriana, incidência de doenças entéricas e intensidade de desenvolvimento corporal na fase inicial até 14 dias de idade.

Tabela 8 - Biometria de vísceras não comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

| Variáveis (cm) | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|----------------|------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|----------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| CAD | 14 | 109,50 | 107,37 | 101,75 | 100,00 | 107,37 | 0,5261 | 8,52 | | |
| | 21 | 125,50 | 130,08 | 127,50 | 127,50 | 125,50 | 0,8819 | 5,30 | | |
| | 28 | 133,20 | 133,20 | 134,40 | 134,15 | 134,20 | 0,9997 | 8,41 | | |
| | 35 | 146,34 | 149,45 | 147,31 | 143,47 | 143,73 | 0,9708 | 9,43 | | |
| | 42 | 161,28 | 154,37 | 162,12 | 156,79 | 159,12 | 0,8135 | 5,97 | | |
| CDUO | 14 | 19,00 | 18,10 | 17,10 | 18,45 | 18,60 | 0,8273 | 7,29 | | |
| | 21 | 21,07 | 21,09 | 19,69 | 20,18 | 20,63 | 0,6394 | 5,72 | | |
| | 28 | 21,16 | 21,12 | 21,32 | 20,40 | 19,92 | 0,1737 | 3,88 | | |
| | 35 | 21,29 | 22,66 | 22,73 | 20,29 | 21,36 | 0,4971 | 9,31 | | |
| | 42 | 22,48 | 21,57 | 22,33 | 21,33 | 22,69 | 0,9275 | 10,87 | | |
| CJEJ | 14 | 78,25 | 75,50 | 72,50 | 74,12 | 75,37 | 0,8268 | 11,96 | | |
| | 21 | 90,44 | 91,61 | 85,77 | 87,52 | 87,11 | 0,2063 | 5,02 | | |
| | 28 | 98,80 | 95,60 | 94,27 | 93,20 | 95,10 | 0,9618 | 11,09 | | |
| | 35 | 107,47 | 105,76 | 107,19 | 108,60 | 103,61 | 0,9904 | 11,75 | | |
| | 42 | 121,49 | 113,26 | 122,64 | 113,81 | 113,61 | 0,4787 | 7,33 | | |
| CILEO | 14 | 10,62 | 10,25 | 9,37 | 10,87 | 10,62 | 0,9202 | 15,90 | 0,78 | $y = 0,608x + 13,14$ |
| | 21 | 13,21 | 14,65 | 15,04 | 14,65 | 16,25 | 0,0026 | 6,16 | | |
| | 28 | 16,43 | 18,52 | 16,92 | 17,33 | 16,10 | 0,4968 | 11,11 | | |
| | 35 | 19,18 | 18,08 | 19,66 | 18,06 | 18,37 | 0,8599 | 13,18 | | |
| | 42 | 18,87 | 20,49 | 19,60 | 20,27 | 19,49 | 0,8970 | 12,21 | | |
| MCEC | 14 | 10,25 | 9,37 | 9,25 | 9,25 | 9,63 | 0,7009 | 9,54 | | |
| | 21 | 12,26 | 12,63 | 12,37 | 12,50 | 12,19 | 0,5543 | 3,16 | | |
| | 28 | 14,23 | 15,73 | 15,03 | 14,37 | 14,13 | 0,5017 | 9,24 | | |
| | 35 | 16,12 | 16,05 | 16,91 | 15,74 | 16,27 | 0,8844 | 9,18 | | |
| | 42 | 18,70 | 19,70 | 17,02 | 17,09 | 18,14 | 0,6443 | 11,44 | | |

p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação. CAD: comprimento do aparelho digestório. CDUO: comprimento do duodeno. CJEJ: comprimento do jejuno. CILEO: comprimento do íleo. MCEC: média da ceca.

Além disso, o tamanho do intestino pode afetar a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestório e, com isso, afetar a eficiência da digestão e absorção dos nutrientes da dieta (ITO, 2004). Neste experimento, o comprimento do aparelho digestório não foi influenciado pela dieta e, das suas três porções (duodeno, jejuno e íleo) ao longo dos 42 dias experimentais, conforme citado anteriormente, apenas o íleo aos 21 dias de idade foi influenciado pela dieta, aumentando o seu tamanho em 0,608 cm a cada 1% de farelo de canola na dieta.

O aumento no tamanho do íleo pode estar relacionado a maior quantidade de óleo acrescentada na dieta conforme aumentou o nível de farelo de canola, para que as dietas fossem isocalóricas, pois segundo Ito (2004) a gordura sofre ação dos sais biliares e é absorvida no íleo.

Como observado na tab. 8 os tratamentos, em uma visão global, não afetaram a biometria do intestino, resultados que discordam daqueles encontrados por Furtado et al. (2011) que citam em seu trabalho que uma maior quantidade de fibra na dieta pode causar um aumento no comprimento do intestino das aves. De acordo com Ito (2004), as dietas ricas em fibras prolongam o tempo de mistura e retardam o esvaziamento da moela.

No presente estudo, os fatores antinutricionais da canola, como a fibra e o tanino, não influenciaram a biometria do trato digestório, ao contrário do que se esperava. Sugere-se que esse fato tenha ocorrido em decorrência do aumento do teor de óleo na dieta, pois segundo Andreotti (2002) o aumento do teor de óleo na dieta pode reduzir a permanência do alimento no trato digestório das aves.

As médias da biometria das vísceras comestíveis das aves nas diferentes idades em função dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta são apresentadas na tab. 9. O peso (g) e o peso relativo (%) da moela não apresentaram diferenças em nenhuma das fases.

Em todas as idades (14, 21, 28, 35 e 42 dias) em que foram realizadas as análises de biometria dos órgãos comestíveis, o peso relativo do fígado diferiu estatisticamente entre os tratamentos com uma resposta linear crescente, conforme aumentou o nível do farelo de canola na dieta.

O metabolismo de carboidratos, lipídios, proteínas é realizado no fígado das aves, sendo este órgão o principal local de síntese de ácidos graxos. Segundo Macleod (1997), a lipogênese é influenciada pelos níveis de gordura e proteína na dieta, mas o nível de carboidrato consumido é o fator mais importante na regulação

deste processo. De acordo com Urbano (2006) a redução na lipogênese pode ser causada pelo aumento na quantidade de gordura na dieta, o que determina uma diminuição no tamanho do fígado das aves, fato que iria de encontro aos resultados dessa pesquisa.

No entanto, Xavier et al. (2008) trabalhando com o aumento no nível de energia e, conseqüentemente, maiores teores de óleo na dieta de frangos de corte aos 7 dias, também encontraram maiores pesos relativos para o fígado e pâncreas atribuindo esse efeito a presença de um maior teor de ácidos graxos que podem ter estimulado o aumento secretório de enzimas digestivas, promovido pela hipertrofia das células secretoras e, conseqüentemente, ter provocado aumento do órgão como um todo (pâncreas e fígado).

Os resultados do presente estudo estão parcialmente de acordo com os encontrados por Taraz, Jalali e Rafeie (2006), que avaliaram os níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte e observaram que ao aumentar a canola na dieta aumentou o tamanho e o peso relativo do fígado, sendo que o nível de 75% de substituição, equivalente a 21,71% de inclusão do farelo de canola na dieta promoveu maior peso do fígado. Os autores justificaram que a hipertrofia do fígado pode ser atribuída pelo metabolismo dos glucosinolatos.

Segundo Stringhini et al. (2002), o fígado também está relacionado com o metabolismo proteico e pode sofrer alterações em função de uma maior atividade metabólica pela alta taxa de incorporação de pequenos peptídeos ou aminoácidos. Os referidos autores observaram um maior peso relativo do fígado de aves originadas dos grupos que tiveram as maiores taxas de retenção proteica. Por isso, o aumento no peso do fígado pode estar relacionado com uma maior quantidade de metionina e metionina + cistina presentes no farelo de canola quando comparado ao de farelo de soja.

Tabela 9 - Biometria de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|--------------|------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|--------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| PCOR (g) | 14 | 3,81 | 3,65 | 3,58 | 3,51 | 3,93 | 0,6344 | 10,82 | | |
| | 21 | 5,91 | 5,97 | 5,68 | 5,45 | 5,75 | 0,8214 | 10,70 | | |
| | 28 | 9,25 | 8,89 | 10,32 | 9,80 | 9,66 | 0,5578 | 12,72 | | |
| | 35 | 11,61 | 12,57 | 10,73 | 10,36 | 11,73 | 0,3693 | 19,03 | | |
| | 42 | 11,38 | 14,62 | 14,09 | 17,99 | 18,66 | 0,0440 | 20,03 | 0,90 | y = 1,793x + 9,06 |
| PRCOR (%) | 14 | 0,96 | 0,96 | 0,97 | 1,06 | 1,13 | 0,1998 | 11,02 | | |
| | 21 | 0,78 | 0,82 | 0,76 | 0,85 | 0,87 | 0,3941 | 13,95 | | |
| | 28 | 0,76 | 0,72 | 0,81 | 0,82 | 0,75 | 0,6428 | 13,40 | | |
| | 35 | 0,59 | 0,73 | 0,60 | 0,66 | 0,70 | 0,4452 | 29,12 | | |
| | 42 | 0,48 | 0,56 | 0,59 | 0,78 | 0,76 | 0,0287 | 19,63 | 0,89 | y = 0,078x + 0,40 |
| PFIG (g) | 14 | 14,61 | 14,25 | 13,19 | 14,26 | 14,70 | 0,7230 | 11,32 | | |
| | 21 | 21,36 | 23,63 | 23,05 | 23,22 | 23,45 | 0,5804 | 13,10 | | |
| | 28 | 28,10 | 29,67 | 29,98 | 34,91 | 34,43 | 0,0045 | 15,15 | 0,86 | y = 1,790x + 26,04 |
| | 35 | 37,62 | 37,96 | 38,53 | 37,79 | 39,67 | 0,8502 | 8,36 | | |
| | 42 | 44,81 | 42,31 | 46,30 | 48,03 | 53,59 | 0,0290 | 10,32 | 0,75 | y = 2,328x + 40,02 |
| PRFIG (%) | 14 | 3,72 | 3,71 | 3,58 | 4,31 | 4,27 | 0,0323 | 11,15 | 0,61 | y = 0,170x + 3,08 |
| | 21 | 2,82 | 3,21 | 3,08 | 3,63 | 3,53 | 0,0017 | 9,99 | 0,77 | y = 0,184x + 2,70 |
| | 28 | 2,32 | 2,41 | 2,36 | 2,92 | 2,71 | 0,0130 | 12,04 | 0,61 | y = 0,129x + 2,15 |
| | 35 | 1,97 | 2,10 | 2,16 | 2,35 | 2,43 | 0,0046 | 6,01 | 0,98 | y = 0,117x + 1,85 |
| | 42 | 1,86 | 1,66 | 1,96 | 2,07 | 2,21 | 0,0090 | 11,14 | 0,71 | y = 0,111x + 1,61 |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² coeficiente de determinação. PCOR=peso do coração. PRCOR=peso relativo do coração. PFIG=peso do fígado. PRFIG=peso relativo do fígado.

...

Continuação...Tabela 9 - Biometria de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|--------------|------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|---------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| PMOE (g) | 14 | 12,67 | 12,16 | 12,39 | 12,11 | 10,88 | 0,4322 | 10,35 | | |
| | 21 | 21,34 | 19,25 | 19,40 | 18,87 | 20,35 | 0,7198 | 9,43 | | |
| | 28 | 29,40 | 29,70 | 29,58 | 28,50 | 30,22 | 0,6821 | 11,80 | | |
| | 35 | 40,00 | 36,83 | 39,23 | 36,35 | 38,44 | 0,8820 | 14,78 | | |
| | 42 | 35,41 | 33,98 | 30,99 | 33,35 | 33,53 | 0,5129 | 11,65 | | |
| PRMOE (%) | 14 | 3,22 | 3,16 | 3,37 | 3,67 | 3,16 | 0,3281 | 10,68 | | |
| | 21 | 2,82 | 2,61 | 2,60 | 2,83 | 3,05 | 0,4087 | 14,99 | | |
| | 28 | 2,42 | 2,39 | 2,32 | 2,39 | 2,61 | 0,8713 | 15,75 | | |
| | 35 | 2,04 | 2,11 | 2,17 | 2,18 | 2,32 | 0,7426 | 12,52 | | |
| | 42 | 1,48 | 1,33 | 1,31 | 1,43 | 1,42 | 0,5319 | 10,28 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² coeficiente de determinação. PMOE=peso da moela. PRMOE=peso relativo da moela.

Aos 42 dias verificou-se um aumento linear significativo no peso do coração e no seu peso relativo conforme aumentou a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola nas dietas. Para cada aumento de 1 unidade no teor de farelo de canola na dieta, houve um correspondente incremento de 1,793g no peso do coração e 0,0798% em seu peso relativo. Embora o farelo de canola seja melhorado geneticamente para conter baixos níveis de ácido erúxico, possivelmente esse aumento de peso no coração dos frangos tenha sido em decorrência do ácido erúxico contido no farelo que pode ter provocado um acúmulo de gordura no músculo cardíaco (KHAJALI; SLOMINSKI,2012).

4.3. Resistência óssea, cinzas, fósforo e cálcio das tíbias

Os resultados e os testes de significância referentes à resistência óssea, cinzas, fósforo e cálcio das tíbias avaliados nas aves aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias de idade encontram-se na tab. 10.

Observa-se que houve diferença significativa ($p < 0,01$) dos tratamentos em relação à resistência óssea aos 14 dias de idade, apresentando uma resposta quadrática, aumentando até o nível de 28,64% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola e diminuindo posteriormente. Aos 35 dias de idade, houve efeito significativo dos tratamentos para o teor de cinzas e teor de cálcio. O efeito significativo para o teor de cinzas ($p < 0,01$) foi uma resposta quadrática decrescente até o nível de 64,92% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola e aumentando posteriormente. Já o teor de cálcio nos ossos apresentou uma resposta linear crescente com o aumento da inclusão do farelo de canola na dieta. Não verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos para as demais variáveis.

O desequilíbrio de cátions e de ânions na dieta pode ter uma importante influência na incidência de problemas de pernas de pintos. O alto teor de cloro tende a aumentar a incidência de discondroplasia da tíbia, sobretudo quando os níveis de sódio e potássio são baixos (TARDIN, 1995).

Tabela 10 - Resistência óssea (RO), teores de cinzas, cálcio e fósforo das tíbias de frangos submetidos a níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em diferentes idades.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV (%) | R ² | Equação |
|------------------------------|------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|--------|----------------|-------------------------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| RO (Kgf/cm ²) | 14 | 13,63 | 13,21 | 12,89 | 11,54 | 9,76 | 0,0069 | 17,57 | 0,89 | $y = - 0,0007x^2 + 0,0401x + 14,06$ |
| | 21 | 25,21 | 20,52 | 25,94 | 16,95 | 20,62 | 0,0889 | 14,83 | | |
| | 28 | 24,71 | 28,17 | 24,47 | 26,87 | 26,15 | 0,7568 | 15,79 | | |
| | 35 | 33,96 | 31,75 | 35,48 | 29,27 | 27,62 | 0,4894 | 18,84 | | |
| | 42 | 34,21 | 39,05 | 36,29 | 41,17 | 41,65 | 0,7633 | 22,39 | | |
| Cinzas (%) | 14 | 48,47 | 45,39 | 49,07 | 46,12 | 49,04 | 0,7033 | 6,18 | 0,76 | $y = 0,0013x^2 - 0,1688x + 52,174$ |
| | 21 | 49,63 | 48,27 | 50,70 | 45,99 | 45,01 | 0,2284 | 6,47 | | |
| | 28 | 47,48 | 46,37 | 50,70 | 43,61 | 47,00 | 0,3519 | 16,78 | | |
| | 35 | 51,39 | 50,65 | 46,11 | 46,26 | 48,93 | 0,0068 | 4,33 | | |
| | 42 | 50,42 | 44,40 | 45,70 | 44,99 | 43,48 | 0,0408 | 7,12 | | |
| Cálcio (%) | 14 | 29,05 | 30,30 | 28,35 | 30,95 | 31,68 | 0,3047 | 7,15 | 0,83 | $y = 0,0480x + 28,02$ |
| | 21 | 30,24 | 29,80 | 30,58 | 28,01 | 31,85 | 0,2280 | 6,82 | | |
| | 28 | 30,50 | 27,20 | 29,42 | 29,39 | 30,11 | 0,3960 | 6,54 | | |
| | 35 | 27,06 | 29,77 | 31,41 | 31,94 | 32,02 | 0,2500 | 7,84 | | |
| | 42 | 32,00 | 26,96 | 30,59 | 28,63 | 29,06 | 0,1730 | 8,93 | | |
| Fósforo (%) | 14 | 12,07 | 12,58 | 12,01 | 12,30 | 12,15 | 0,3840 | 3,14 | | |
| | 21 | 11,94 | 11,47 | 11,69 | 10,63 | 12,17 | 0,4534 | 9,40 | | |
| | 28 | 11,96 | 10,40 | 11,65 | 11,08 | 11,74 | 0,3370 | 7,62 | | |
| | 35 | 12,96 | 12,14 | 12,20 | 12,14 | 10,39 | 0,0274 | 9,63 | | |
| | 42 | 13,16 | 11,28 | 11,23 | 10,96 | 11,21 | 0,0886 | 9,63 | | |

p* = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

A Fig. 9 apresenta os níveis de balanço eletrolítico calculados para cada dieta fornecida de acordo com a fase de vida do pintinho.

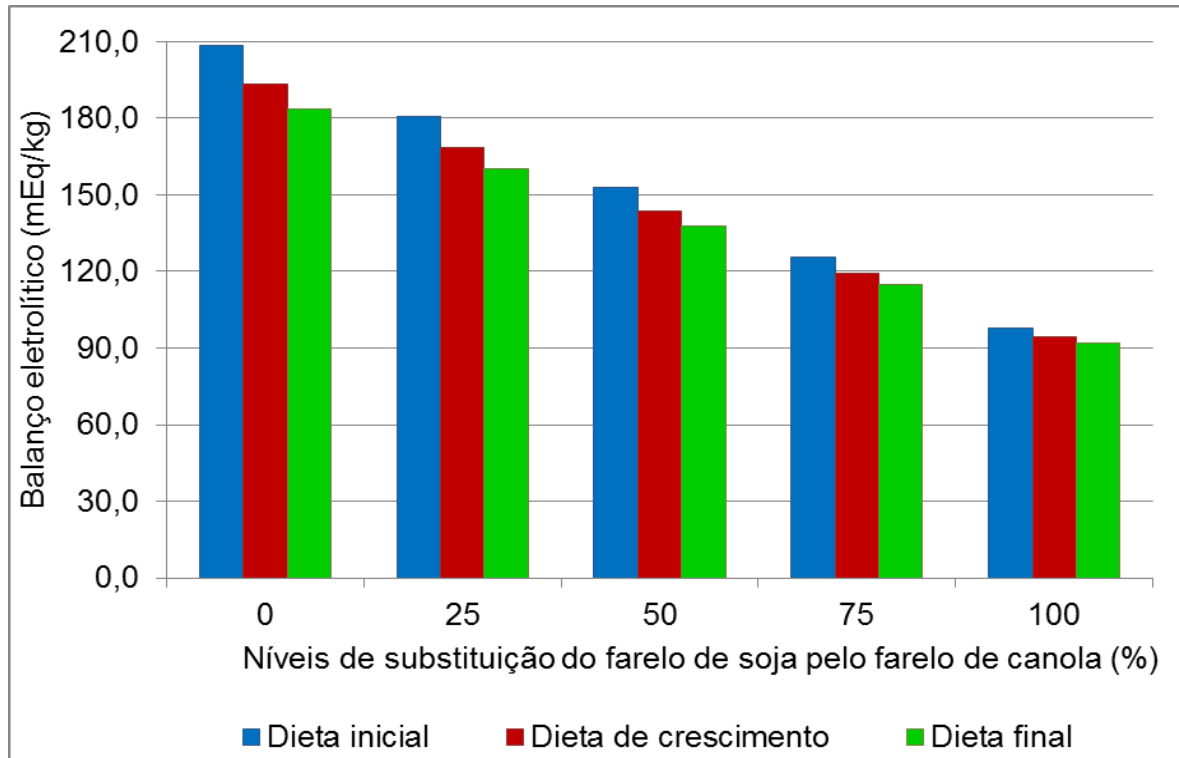


Figura 9 - Balanço eletrolítico das dietas de acordo com cada fase.

Em todas as fases, conforme aumentou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola houve uma sensível redução do balanço eletrolítico em função de um baixo teor de potássio contido no farelo de canola quando comparado ao farelo de soja, respectivamente 0,55 e 1,83% (ROSTAGNO et al., 2011).

Um menor balanço eletrolítico nos tratamentos com maiores níveis de canola pode ter influenciado no desempenho zootécnico, pois um desbalanceamento ácido-básico no organismo das aves pode influenciar negativamente o crescimento, o apetite, o desenvolvimento ósseo, a resposta ao estresse térmico e o metabolismo de certos nutrientes, como aminoácidos, minerais e vitaminas. Isso ocorre porque as atividades das enzimas, as trocas eletrolíticas e a manutenção do estado estrutural das proteínas dos organismos são profundamente influenciadas por pequenas alterações no pH sanguíneo (SUMMERS, 1995).

Conforme os dados apresentados na tab. 10 a resistência óssea foi influenciada apenas aos 14 dias pelos tratamentos, havendo uma resposta

quadrática, com uma curva crescente até o nível até 28,64% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta e, após esse nível, os valores foram diminuindo. Esses resultados discordam de Vieites et al. (2004), que não encontraram diferença significativa quando submeteram frangos de corte a dietas acidogênicas, ou seja, dietas com balanço eletrolítico (BE) entre 0 a 150mEq/kg.

No presente estudo, a resistência óssea diminuiu quando o BE apresentou nível abaixo de 168,50mEq/kg. A resistência óssea varia de acordo com diversos fatores, como sexo, idade, genética, nutrição, dentre outros. Além disso, segundo Rath et al. (1999), é afetada pelos fatores que influenciam desenvolvimento ósseo normal. Os mesmos autores citam que a nutrição desempenha papel essencial para a obtenção de um tecido ósseo de alta qualidade. Dentre os minerais, os considerados essenciais para o tecido ósseo são o cálcio e o fósforo, os quais são os principais formadores da matriz mineral.

O teor de cinzas nas tíbias dos frangos de corte aos 35 dias de idade apresentou um efeito quadrático decrescente até o nível de 64,92% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Acima deste nível houve um aumento. Por outro lado, o teor de cálcio resultou em uma equação de regressão linear crescente conforme aumentou os níveis de canola na dieta, como mostra a Fig. 10.

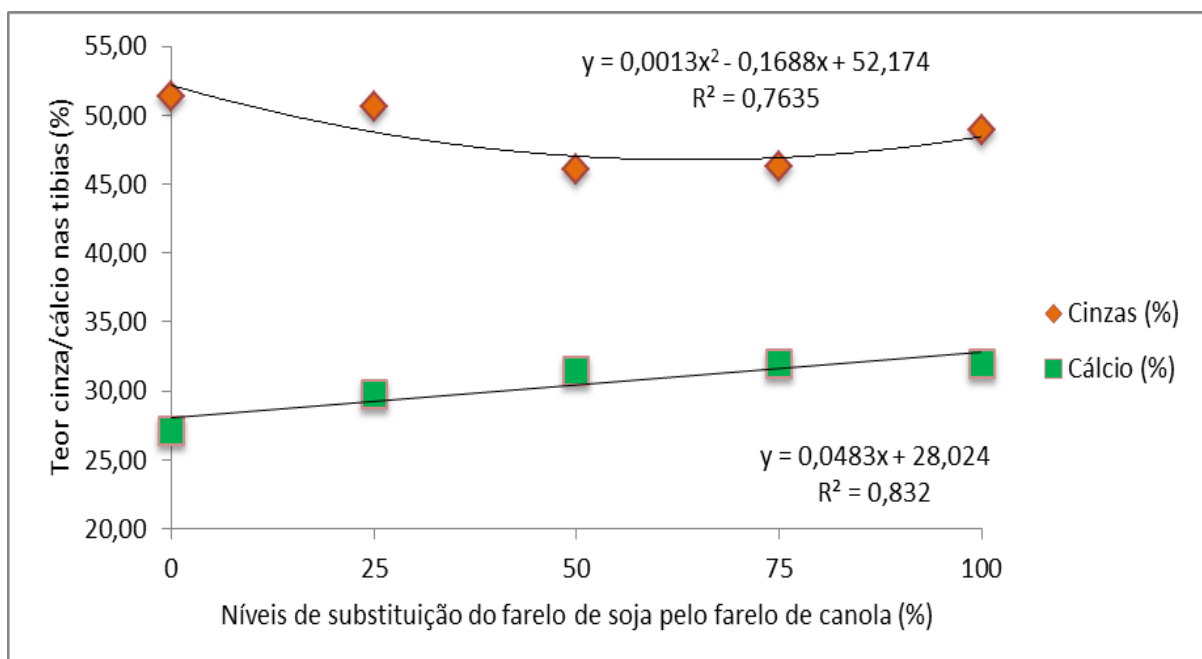


Figura 10 - Teores de cinzas e cálcio nas tíbias de frangos submetidos à dieta com níveis crescente de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta, aos 42 dias de idade.

A diminuição nos teores de cinzas até o nível de 64,92% pode ter ocorrido em função da presença de fibra na canola e a consequente formação de gel, que é considerado por alguns autores (FIALHO, 1991; TEIXEIRA, 1994; DOMENE, 1996) como um dos fatores principais que afetam negativamente a absorção de minerais, entre outros nutrientes. Em geral, fatores antinutricionais como o fitato, celulose e taninos podem complexar o cálcio e deixá-lo indisponível para a absorção intestinal e, conseqüentemente, sua deposição nos ossos. No entanto, Moreki e Kelemogile (2012), avaliando o efeito de sorgo com alto teor de tanino em anormalidades de pernas de frangos, também não observaram interferência negativa dos taninos na mineralização óssea na fase inicial de crescimento. O aumento das quantidades de cálcio não foi acompanhado pelo aumento dos teores de cinzas nesta idade. Tal fato pode caracterizar uma mudança na distribuição dos minerais nas cinzas dos ossos em relação a outros minerais presentes, principalmente o sódio e o potássio, pois segundo Tardin (1995), quando esses minerais apresentam baixos teores, a porcentagem de cinzas ossos decresce.

Outro fator que pode ter influenciado a taxa de mineralização óssea, tanto o aumento do teor de cinzas a partir de 64,92% da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, como o aumento linear no teor de cálcio, foi o ajuste dos valores energéticos das rações com acréscimo de óleo de soja. O aumento da quantidade de óleo de soja, que é rico em ácidos graxos poliinsaturados (PUFA), pode ter superado o efeito indesejável dos fatores antinutricionais do farelo de canola. Segundo Araújo, Vieites e Souza (2012), os lipídios dietéticos têm importante papel no metabolismo ósseo devido à presença de fosfolipídeos nas vesículas da matriz orgânica. Estes fosfolipídeos, que são produzidos pelos PUFA's, possuem alta afinidade de ligação por cálcio e fósforo, que no interior das vesículas vão formar cristais de apatita em torno das proteínas.

O sexo do pintinho pode influenciar o crescimento e a resistência óssea devido a diferenças hormonais entre machos e fêmeas. Aves da mesma idade, porém de sexos diferentes apresentaram diferentes diâmetros de diáfise, com as fêmeas demonstrando sempre um valor menor (RATH et al., 1999). Estudos realizados por Rose et al. (1996) e Barbosa (2005) demonstraram que fêmeas crescem menos e apresentam ossos menores por possuírem taxa de crescimento menor que os machos, mas apresentam menor porosidade e maiores teores de cinzas, conseqüentemente maior resistência óssea, diminuindo a incidência de

problema de pernas. Tal fato pode justificar o motivo pelo qual os níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola, seu consequente balanço eletrolítico e fatores antinutricionais na dieta influenciaram significativamente apenas aos 14 dias as variáveis de resistência óssea e aos 35 dias o teor de cinza e cálcio, pois o lote utilizado neste experimento era composto de machos e fêmeas ao acaso, o que pode ter aumentado o coeficiente de variação dentro de um mesmo tratamento e diminuído a sensibilidade do teste de comparação de médias.

4.4. Morfometria da mucosa intestinal e tireoide

As médias de altura das vilosidades, profundidade de cripta, relação vilosidade/cripta e altura do epitélio do duodeno são apresentadas na tab. 11.

Observa-se na variável de altura das vilosidades do duodeno diferença estatística ($p < 0,01$) em todas as idades (7, 14, 21, 28, 35 e 42 dias) apresentando uma resposta linear decrescente conforme aumentaram os níveis de substituição do farelo de soja pelo de canola. Aos 14 dias de idade a cada 1% de substituição do farelo de soja pelo de canola houve um decréscimo na altura das vilosidades de 2,48 μm . Já aos 42 dias esse decréscimo quase duplicou, diminuindo 4,76 μm a cada 1% de substituição.

Esses resultados divergem dos encontrados por Figueiredo et al. (2003), que trabalhando com níveis de inclusão do farelo de canola de até 40% na dieta de frangos de corte não encontraram diferença estatística para a altura das vilosidades. Do mesmo modo Chiang et al. (2010) trabalharam com 10% de farelo de canola na dieta e não encontraram diferenças na altura de vilosidades.

A profundidade de cripta, por sua vez, aumentou conforme aumentou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, em todas as idades estudadas.

Tabela 11. Morfometria do duodeno de frangos de corte em diferentes idades em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV(%) | R ² | Equação |
|------------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|--------|-------|----------------|-----------------------|
| | | T0(%) | T25(%) | T(50%) | T(75%) | T(100%) | | | | |
| VL (µm) | 7 a 14 | 1054,30 | 920,45 | 874,18 | 837,84 | 785,19 | <,0001 | 18,31 | 0,92 | y= - 2,483x + 1018,64 |
| | 15 a 21 | 1015,10 | 996,94 | 973,34 | 962,17 | 873,87 | 0,0066 | 18,06 | 0,84 | y= - 1,269x + 1027,73 |
| | 22 a 28 | 1210,30 | 1134,10 | 1077,50 | 999,62 | 964,36 | <,0001 | 12,93 | 0,98 | y= - 2,506x + 1201,52 |
| | 29 a 35 | 1413,60 | 1390,10 | 1283,70 | 1155,70 | 1087,80 | <,0001 | 15,05 | 0,96 | y= - 3,544x + 1443,40 |
| | 36 a 42 | 1620,70 | 1462,20 | 1341,60 | 1273,50 | 1120,30 | <,0001 | 13,41 | 0,98 | y= - 4,758x + 1601,50 |
| CP (µm) | 7 a 14 | 141,72 | 142,52 | 150,41 | 167,73 | 175,63 | <,0001 | 21,00 | 0,92 | y= 0,372x + 137,00 |
| | 15 a 21 | 149,79 | 153,38 | 158,35 | 159,58 | 166,62 | 0,0044 | 17,51 | 0,96 | y= 0,159x + 149,57 |
| | 22 a 28 | 150,09 | 150,89 | 152,81 | 157,86 | 169,28 | 0,0035 | 15,86 | 0,82 | y= 0,181x + 147,12 |
| | 29 a 35 | 172,53 | 179,11 | 183,78 | 191,11 | 204,40 | <,0001 | 16,51 | 0,95 | y= 0,303x + 171,04 |
| | 36 a 42 | 153,80 | 163,23 | 173,88 | 182,87 | 213,21 | <,0001 | 18,26 | 0,92 | y= 0,554x + 149,71 |
| VL/CP | 7 a 14 | 7,96 | 6,96 | 6,29 | 5,20 | 4,64 | <,0001 | 20,36 | 0,99 | y= - 0,033x + 7,89 |
| | 15 a 21 | 7,57 | 7,28 | 6,57 | 6,41 | 6,44 | <,0001 | 22,42 | 0,86 | y= - 0,012x + 7,48 |
| | 22 a 28 | 8,26 | 7,75 | 7,18 | 7,25 | 6,51 | <,0001 | 21,77 | 0,92 | y= - 0,0160x + 8,19 |
| | 29 a 35 | 8,35 | 8,06 | 7,65 | 6,75 | 6,21 | <,0001 | 21,99 | 0,97 | y= - 0,022x + 8,52 |
| | 36 a 42 | 11,08 | 9,25 | 8,04 | 7,39 | 5,39 | <,0001 | 25,98 | 0,97 | y= - 0,053x + 10,88 |
| EP (µm) | 7 a 14 | 22,08 | 23,02 | 24,74 | 23,25 | 23,33 | 0,0840 | 17,88 | | |
| | 15 a 21 | 20,60 | 21,03 | 22,34 | 25,68 | 26,62 | <,0001 | 11,24 | 0,93 | y= 0,067x + 19,91 |
| | 22 a 28 | 24,27 | 23,38 | 22,56 | 22,67 | 23,58 | 0,0692 | 16,54 | | |
| | 29 a 35 | 20,23 | 20,82 | 21,63 | 20,73 | 20,37 | 0,0536 | 17,31 | | |
| | 36 a 42 | 21,75 | 22,64 | 22,23 | 22,26 | 23,28 | 0,3402 | 14,99 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação. VL= altura da vilosidade. CP= profundidade de cripta. VL/CP= relação altura da vilosidade e profundidade de cripta. EP=altura do epitélio das vilosidades.

Ao observar a tab. 11, nota-se que a maior diferença entre os níveis de substituição entre os farelos para a profundidade de cripta, foi aos 42 dias, havendo um aumento de $0,55\mu\text{m}$ a cada 1% de substituição. Esses resultados diferem do Chiang et al. (2010) e Xu et al.(2012) que não encontraram diferenças significativas para a profundidade da cripta utilizando o farelo de canola na dieta de frangos de corte. No entanto, os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os encontrados por Figueiredo et al. (2003).

Nota-se que houve efeito significativo da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola para a relação entre altura das vilosidades e a profundidade de cripta as idades, apresentando uma resposta linear decrescente. Tal fato pode-se justificar, pois tanto a altura das vilosidades como a profundidade de cripta também foram significativas entre os tratamentos em todas as idades.

As Fig. 11, 12 e 13 demonstram a relação entre as variáveis altura das vilosidades, profundidade de cripta e relação entre a altura das vilosidades e a profundidade de cripta, respectivamente, com os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola aos 42 dias de idade dos frangos de corte.

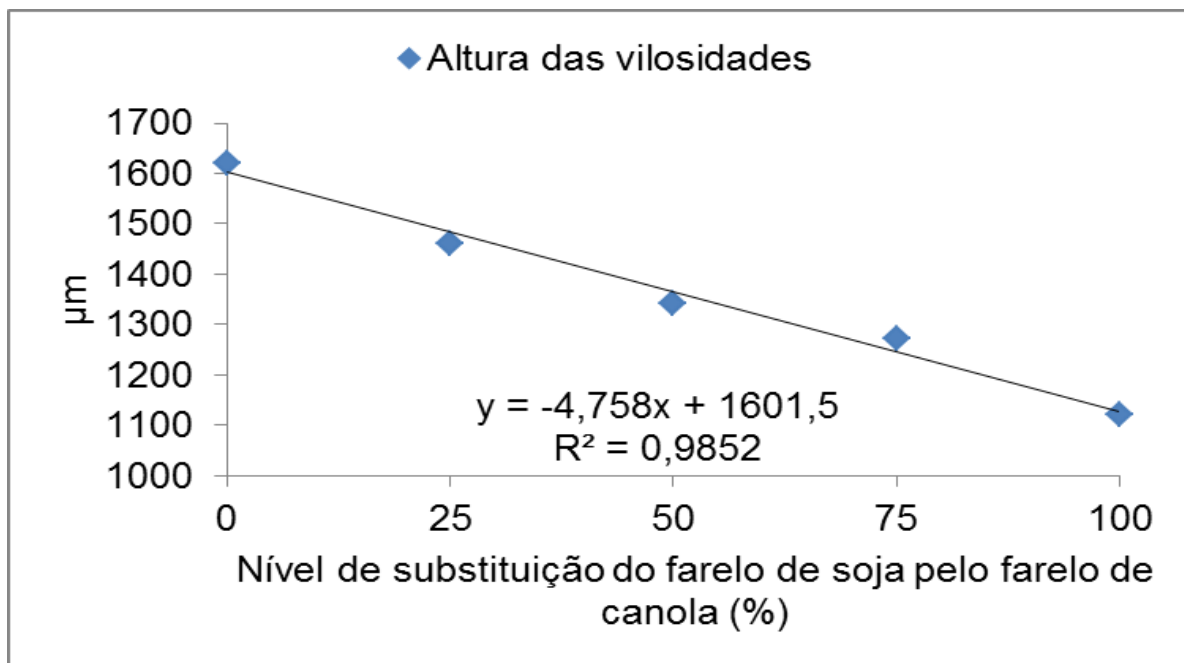


Figura 11. Altura das vilosidades aos 42 dias de idade de frangos de corte submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

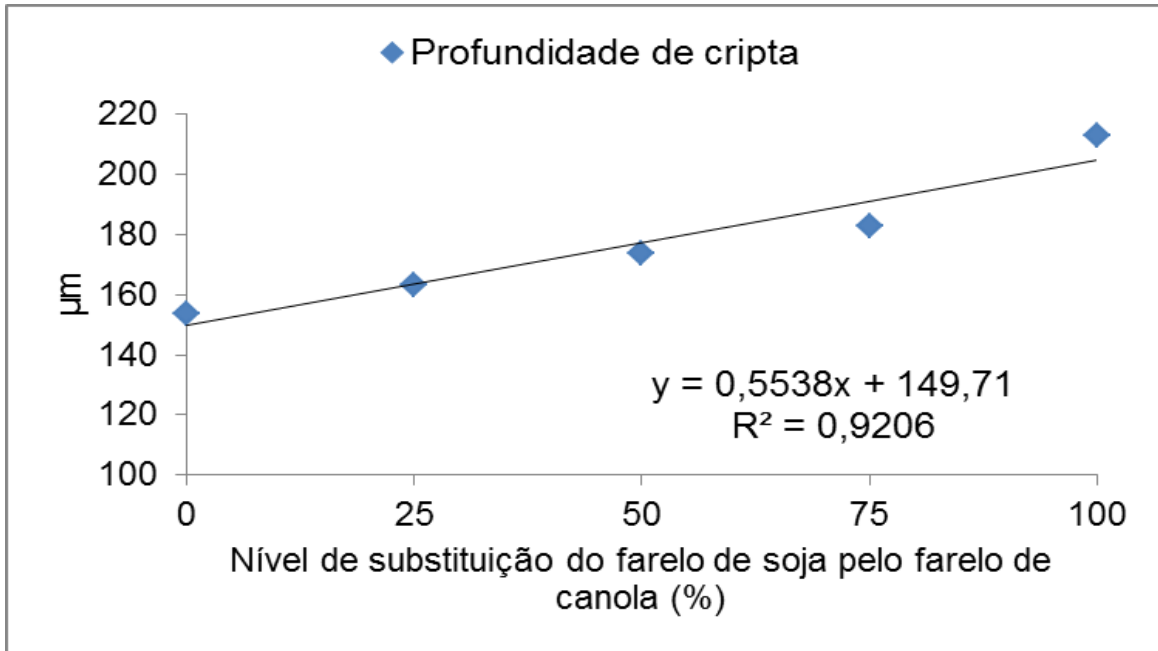


Figura 12. Profundidade de cripta aos 42 dias de idade de frangos de corte submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

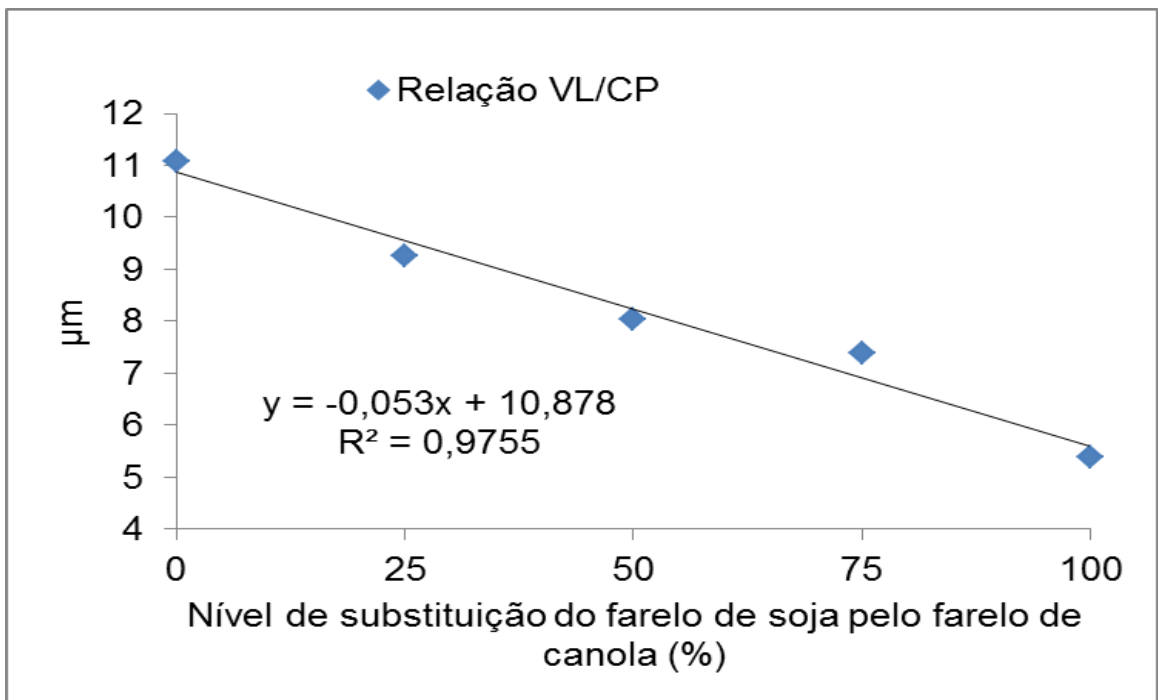


Figura 13. Relação entre a altura das vilosidades (VL) e a profundidade de cripta (PC) aos 42 dias de idade de frangos de corte submetidos à dieta com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

Pode-se notar que o aumento dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola influenciou negativamente as vilosidades do duodeno dos frangos. Tal fato pode ter colaborado com o decréscimo no desempenho zootécnico,

visto que a melhor relação entre a altura da vilosidade e a profundidade da cripta ocorre quando as vilosidades apresentam-se altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação entre altura de vilosidade e a profundidade de cripta, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (FIGUEIREDO et al., 2003).

A maior concentração de taninos na dieta com níveis maiores de farelo de canola pode ter levado a esse declínio na morfometria das vilosidades do duodeno, em função da sua ligação com proteínas e carboidratos da dieta. O muco é uma glicoproteína insolúvel em água secretada pelas células caliciformes e funciona como um protetor do epitélio intestinal, que também pode-se ligar aos taninos. Em consequência, há uma secreção de compensação do muco, levando a um aumento da profundidade da cripta a fim de suprir tal deficiência, com o aumento de produção de células-tronco indiferenciadas, as quais se diferenciarão em células caliciformes ou absortivas durante o processo de ascensão (FIGUEIREDO et al., 2003).

Houve efeito significativo da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre a altura do epitélio do duodeno apenas aos 21 dias (tab. 11), pode-se observar uma resposta linear crescente, aumentando a altura do epitélio em 0,067 μm a cada 1% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. A altura do epitélio está relacionada com os enterócitos, que são as células responsáveis pela digestão final do alimento e pelo transporte dos nutrientes a partir do lúmen e podem aumentar a capacidade de absorção intestinal em torno de 14 a 40 vezes. No entanto, os enterócitos possuem uma vida curta, de cerca de dois dias, sendo o tecido de maior renovação celular (BOLELI et al., 2008), fato que pode influenciar na sua diferença de altura ao longo do intestino delgado e também conforme a idade das aves.

As médias das variáveis morfométricas para o jejuno em função da substituição do farelo de soja pelo de canola e pelos dias de vida das aves são apresentadas na tab.12.

Tabela 12 – Morfometria do jejuno de frangos de corte em diferentes idades em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

| Jejuno | | | | | | | | | | |
|------------|---------|------------------------|---------|--------|--------|---------|---------|-------|----------------|---|
| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV(%) | R ² | Equação |
| | | T0(%) | T25(%) | T(50%) | T(75%) | T(100%) | | | | |
| VL (µm) | 7 a 14 | 986,23 | 964,45 | 963,12 | 959,36 | 882,36 | 0,0030 | 13,24 | 0,71 | y= -0,851x + 993,67 |
| | 15 a 21 | 1059,14 | 1039,82 | 987,75 | 908,29 | 897,88 | <0,0001 | 16,63 | 0,95 | y= - 1,816x + 1069,42 |
| | 22 a 28 | 949,71 | 1021,33 | 980,13 | 946,72 | 833,63 | <0,0001 | 15,74 | 0,96 | y= - 0,041x ² + 2,91x + 956,21 |
| | 29 a 35 | 989,82 | 803,37 | 761,39 | 760,26 | 732,67 | <0,0001 | 15,67 | 0,72 | y= - 2,29x + 920,98 |
| | 36 a 42 | 1026,41 | 996,21 | 943,26 | 845,93 | 828,41 | <0,0001 | 17,94 | 0,95 | y= - 2,185x + 1037,32 |
| CP (µm) | 7 a 14 | 141,73 | 144,54 | 152,65 | 157,65 | 159,73 | 0,0018 | 19,04 | 0,96 | y= 0,196x+ 141,44 |
| | 15 a 21 | 177,23 | 185,27 | 205,79 | 208,42 | 249,68 | <0,0001 | 16,71 | 0,89 | y= 0,672x + 171,67 |
| | 22 a 28 | 170,18 | 205,44 | 213,99 | 217,65 | 225,96 | <0,0001 | 16,07 | 0,81 | y= 0,495x + 181,89 |
| | 29 a 35 | 149,90 | 169,15 | 178,88 | 181,09 | 189,54 | <0,0001 | 18,66 | 0,90 | y= 0,364x + 155,47 |
| | 36 a 42 | 134,21 | 140,67 | 172,50 | 178,68 | 185,54 | <0,0001 | 18,54 | 0,91 | y= 0,563x + 134,19 |
| VL/CP | 7 a 14 | 7,11 | 6,94 | 6,71 | 6,53 | 6,06 | 0,0098 | 19,98 | 0,95 | y= - 0,013x + 7,17 |
| | 15 a 21 | 6,45 | 6,03 | 4,95 | 4,73 | 3,73 | <0,0001 | 23,75 | 0,96 | y= - 0,027x + 6,52 |
| | 22 a 28 | 5,67 | 5,08 | 4,77 | 4,49 | 3,83 | <0,0001 | 20,70 | 0,98 | y= - 0,0171x + 5,62 |
| | 29 a 35 | 6,84 | 5,34 | 4,82 | 4,48 | 3,95 | <0,0001 | 25,35 | 0,90 | y= - 0,0266x + 6,41 |
| | 36 a 42 | 7,97 | 7,42 | 5,59 | 5,18 | 4,66 | <0,0001 | 20,36 | 0,93 | y= - 0,0354x + 7,93 |
| EP (µm) | 7 a 14 | 16,52 | 16,04 | 16,72 | 17,54 | 17,53 | 0,0558 | 22,19 | 0,98 | y= - 0,044x + 19,54 |
| | 15 a 21 | 19,27 | 18,65 | 17,67 | 16,18 | 15,05 | <0,0001 | 17,77 | | |
| | 22 a 28 | 20,29 | 19,36 | 19,69 | 19,48 | 19,42 | 0,7470 | 17,91 | | |
| | 29 a 35 | 21,69 | 21,59 | 20,50 | 20,27 | 20,08 | 0,0658 | 15,38 | | |
| | 36 a 42 | 19,04 | 19,49 | 18,46 | 18,03 | 19,66 | 0,1149 | 16,62 | | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação. VL= altura da vilosidade; CP= profundidade de cripta; VL/CP= relação altura da vilosidade e profundidade de cripta; EP=altura do epitélio das vilosidades.

Conforme pode-se observar, as médias de altura das vilosidades do jejuno foram semelhantes àsquelas observadas para o duodeno, apresentando uma resposta linear decrescente com o incremento da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. A exceção foi aos 28 dias de idade, onde a resposta foi quadrática.

As alturas das vilosidades do jejuno (tab. 12) foram menores do que aquelas encontradas para o duodeno (tab. 11) em todas as idades e também em todos tratamentos, embora em ambas porções do intestino delgado o tratamento controle (T0%) foi aquele que apresentou maior altura.

Segundo Macari; Furlan e Gonzales (2002), o duodeno possui maior altura de vilosidades e também maior taxa de renovação da mucosa intestinal, podendo ser explicado em função de ser a primeira região do processo digestivo, onde ocorrem liberação de secreções biliar e pancreática exógenas, além de ser o primeiro a receber estímulos físicos, químico e hormonais desencadeadas pela presença dos nutrientes no lúmen.

Aos 28 dias de idade a resposta da altura das vilosidades do jejuno para a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola foi uma resposta quadrática, como mostra a Fig. 14.

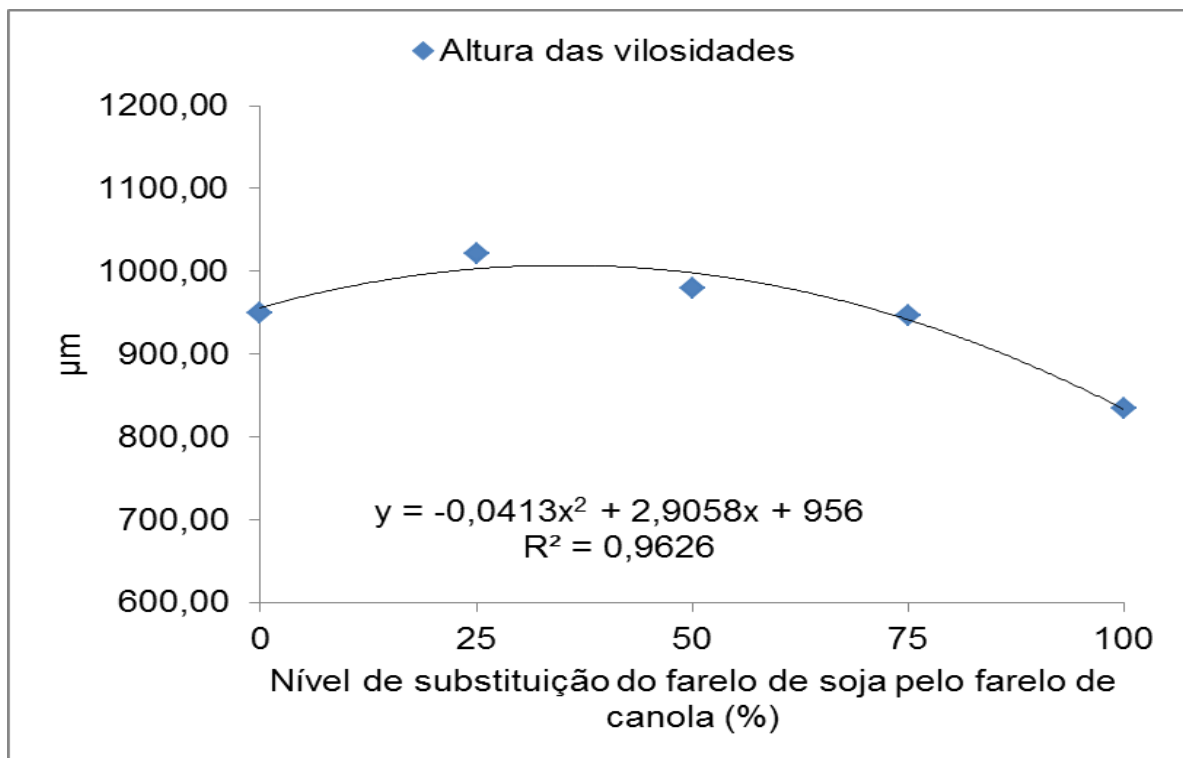


Figura 14 - Relação entre a altura das vilosidades do jejuno aos 28 dias de idade dos frangos de corte alimentados com níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

Aos 28 dias houve um aumento da altura das vilosidades até o nível de 35,17% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Após esse nível a altura das vilosidades foi diminuindo. A altura das vilosidades pode ser influenciada tanto pelos níveis de fibra na dieta como pelos taninos presentes no farelo de canola. Possivelmente, até o nível de 35,17% não houve influência dos fatores antinutricionais. Esses resultados discordam dos encontrados por Gopinger (2013), que trabalhando com níveis de farelo de canola encontrou uma redução na altura das vilosidades até o nível de 23,58% de farelo de canola.

Como pode-se observar na tab. 12, a profundidade de cripta e a relação entre a altura das vilosidades e a profundidade de cripta, apresentaram um comportamento semelhante a porção do duodeno (tab. 11). A profundidade de cripta apresentou resposta linear crescente ($p < 0,01$) com o aumento da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em todas as idades avaliadas. Já a relação entre altura das vilosidades e a profundidade de cripta apresentou uma resposta linear decrescente em todas as idades ($p < 0,01$).

É importante salientar que a profundidade da cripta é um indicativo da capacidade compensatória ou hiperplasia das células epiteliais em virtude de um maior nível de agressão à estrutura morfológica da mucosa intestinal causada pelos fatores antinutricionais. O aumento na descamação resulta em incremento da profundidade da cripta para assegurar a adequada taxa de renovação celular e garantir a reposição das perdas de células da região apical dos vilos. Assim, quanto maior a altura das vilosidades e menor a profundidade das criptas, melhor a absorção de nutrientes e menores as perdas energéticas com o *turnover* celular (OETTING et al., 2006).

Em relação à altura do epitélio, assim como na porção duodenal, apenas aos 21 dias foi significativo, apresentando uma resposta linear crescente com o aumento do farelo de canola na dieta. Houve um aumento de 0,044 μm na altura do epitélio a cada 1% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

As médias obtidas para a análise morfométrica da porção ileal são apresentadas na tab. 13, em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola e em relação à idade das aves.

Tabela 13 - Morfometria do íleo de frangos de corte em diferentes idades em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

| | | Íleo | | | | | | | | | |
|------------|---------|------------------------|--------|--------|--------|---------|--------|-------|----------------|---|--|
| Variáveis | Dias | Níveis de substituição | | | | | *p | CV(%) | R ² | Equação | |
| | | T0(%) | T25(%) | T(50%) | T(75%) | T(100%) | | | | | |
| VL (µm) | 7 a 14 | 359,43 | 392,43 | 419,36 | 414,54 | 341,60 | <,0001 | 15,41 | 0,75 | y= - 0,031x ² + 3,19x +349,09 | |
| | 15 a 21 | 365,29 | 385,34 | 394,08 | 401,39 | 425,00 | <,0001 | 10,17 | 0,96 | y= 0,541x + 367,13 | |
| | 22 a 28 | 427,51 | 434,97 | 443,78 | 464,52 | 551,84 | <,0001 | 11,62 | 0,75 | y= 1,112x + 408,88 | |
| | 29 a 35 | 467,30 | 530,36 | 565,00 | 558,34 | 565,31 | <,0001 | 8,89 | 0,73 | y= 0,896x + 492,46 | |
| | 36 a 42 | 522,68 | 555,94 | 582,06 | 586,09 | 599,68 | <,0001 | 10,57 | 0,91 | y= 0,736x + 532,46 | |
| CP (µm) | 7 a 14 | 104,18 | 113,34 | 117,33 | 123,42 | 126,07 | <,0001 | 14,45 | 0,96 | y= 0,215x + 106,14 | |
| | 15 a 21 | 114,95 | 104,07 | 102,18 | 106,54 | 113,99 | <,0001 | 11,28 | 0,97 | y= 0,004x ² - 0,48x + 114,37 | |
| | 22 a 28 | 114,15 | 119,01 | 142,43 | 148,33 | 170,08 | <,0001 | 9,09 | 0,96 | y= 0,564x + 110,56 | |
| | 29 a 35 | 144,05 | 162,88 | 177,77 | 154,73 | 144,31 | <,0001 | 11,45 | 0,84 | y= 0,011x ² + 1,07x + 144,58 | |
| | 36 a 42 | 158,61 | 138,53 | 129,28 | 138,28 | 163,00 | <,0001 | 10,18 | 0,99 | y= 0,012x ² - 1,19x + 159,24 | |
| VL/CP | 7 a 14 | 3,64 | 3,43 | 3,58 | 3,63 | 2,78 | <,0001 | 23,84 | 0,69 | y= - 0,0002x ² +0,009x + 3,51 | |
| | 15 a 21 | 3,23 | 3,84 | 3,98 | 3,65 | 3,80 | 0,0010 | 18,23 | 0,69 | y= - 0,0002x ² + 0,019x +3,31 | |
| | 22 a 28 | 3,74 | 3,67 | 3,14 | 3,15 | 3,25 | <,0001 | 14,23 | 0,82 | y= 0,0001x ² - 0,016x + 3,81 | |
| | 29 a 35 | 3,31 | 3,29 | 3,21 | 3,62 | 4,05 | <,0001 | 18,51 | 0,97 | y= 0,0002x ² - 0,008x + 3,33 | |
| | 36 a 42 | 3,37 | 4,03 | 4,53 | 4,32 | 3,73 | <,0001 | 13,12 | 0,98 | y= - 0,0004x ² + 0,041x + 3,33 | |
| EP (µm) | 7 a 14 | 27,59 | 25,61 | 25,59 | 24,69 | 24,13 | 0,0013 | 15,07 | 0,88 | y= - 0,031x + 27,09 | |
| | 15 a 21 | 24,60 | 21,65 | 17,20 | 26,39 | 28,64 | <,0001 | 18,98 | 0,73 | y= 0,0027x ² - 0,223x+24,56 | |
| | 22 a 28 | 23,91 | 25,34 | 26,18 | 28,65 | 30,94 | <,0001 | 15,21 | 0,96 | y= 0,069x + 23,64 | |
| | 29 a 35 | 27,38 | 25,20 | 25,09 | 25,69 | 30,25 | <,0001 | 12,51 | 0,96 | y= 0,0016x ² - 0,137x + 27,50 | |
| | 36 a 42 | 21,02 | 24,93 | 25,23 | 27,13 | 29,55 | <,0001 | 15,02 | 0,93 | y= 0,007x + 21,72 | |

*p = nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação. VL= altura da vilosidade; CP= profundidade de cripta; VL/CP= relação altura da vilosidade e profundidade de cripta; EP=altura do epitélio das vilosidades.

A morfometria do íleo apresentou uma resposta diferente das outras porções do intestino estudada. Segundo Macari; Furlan e Gonzales (2002) cada segmento do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo) possui características próprias aos mesmos, considerando que em qualquer porção a capacidade absorptiva dos nutrientes está correlacionada com o tamanho das vilosidades.

Aos 14 dias de idade, conforme pode-se observar na tab. 13, houve um aumento da altura das vilosidades até o nível de 51,46% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Após esse nível houve uma redução. O aumento nas vilosidades do íleo aos 14 dias pode estar relacionado com seu desenvolvimento, pois enquanto que no duodeno o crescimento das vilosidades está praticamente completo, no íleo o desenvolvimento continua além dos 14 dias de vida (MACARI; FURLAN; GONZALES, 2002).

Para a variável altura das vilosidades, diferentemente do duodeno e do jejuno, o íleo, aos 21, 28, 35 e aos 42 dias de idade dos frangos apresentou resposta linear crescente, aumentando 0,54; 1,11; 0,89 e 0,73 μm , respectivamente para cada aumento de 1% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Aos 14 dias verificou-se uma resposta quadrática, aumentando até 51,45% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, diminuindo posteriormente.

Para que as dietas desse experimento fossem isoenergéticas foi necessário aumentar o teor de óleo conforme aumentou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo canola. Esse aumento de gordura pode ter levado ao aumento nas vilosidades do íleo, pois segundo Duarte et al. (2012), um maior teor de energia na dieta pode causar um aumento nas vilosidades.

A profundidade da cripta também apresentou diferenças em relação ao duodeno e jejuno. Aos 14 e 28 dias apresentou uma resposta linear crescente, aumentando a profundidade de cripta em 0,215 e 0,564 μm , respectivamente, a cada 1% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Aos 21 e 42 dias apresentou uma resposta quadrática, diminuindo a profundidade da cripta até os níveis 60% e 49,58% de substituição, respectivamente, e aumentando posteriormente. Aos 35 dias a resposta também foi quadrática aos tratamentos, no entanto, a profundidade aumenta até o nível de 48,63% de substituição entre os farelos diminuindo posteriormente.

Aos 21 e aos 42 dias, as menores médias para a profundidades de cripta foram observadas no nível 50% de substituição do farelo de soja pelo farelo de

canola, o que não ocorreu no duodeno e no jejuno. Possivelmente, tal fato pode ser explicado pelo teor de óleo na dieta, assim como ocorreu no aumento da altura das vilosidades. De modo semelhante ao presente estudo, Duarte et al. (2012) também encontraram uma tendência a menor profundidade de cripta trabalhando com maiores níveis de óleo na dieta. No entanto, no presente experimento, após o nível médio de 50% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, houve um aumento na profundidade das criptas, possivelmente ocasionado pelos fatores antinutricionais do farelo canola ainda presentes no bolo fecal.

Houve uma resposta quadrática na relação entre a altura das vilosidades e a profundidade das criptas do íleo (tab. 13), em todas as idades avaliadas. Aos 14, 21 e 42 dias houve um aumento até nível de substituição entre os farelos de 22,50%, 47,50% e 51,25%. Após esse nível houve uma redução na relação entre a altura das vilosidades e a profundidade das criptas.

Segundo Oetting et al. (2006), quanto maior relação entre a altura das vilosidades e a profundidade da cripta melhor é absorção de nutrientes e menor as perdas com a renovação celular. No íleo, houve uma diferença significativa na relação vilosidade/cripta apresentando uma resposta quadrática decrescente até os níveis de 80,25% e 20,50%, respectivamente, para as idades de 28 e 35, e aumentando posteriormente.

Diferentemente dos resultados encontrados no presente estudo, Campos et al. (2007) trabalhando com sorgo alto e baixo tanino, não encontraram diferenças para a altura das vilosidades em diferentes porções do intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), durante as três primeiras semanas de vida dos frangos. Já aos 42 dias os mesmos autores verificaram uma maior profundidade de cripta com a presença de maiores níveis de sorgo. No entanto, não houve diferença na altura das vilosidades. Campos et al. (2007) relatam que as alterações nas criptas do intestino delgado podem ser uma resposta adaptativa da mucosa intestinal a um efeito acumulativo à presença de fatores antinutricionais de alimentos alternativos.

A canola, assim como o sorgo e outros alimentos alternativos, possui tanino em sua composição. Esta substância provoca queda no desempenho de não ruminantes, causando um encurtamento na altura dos vilos e maiores profundidades de cripta. Estudos realizados por Nunes et al. (2001), com frangos em crescimento, consumindo dietas contendo 0; 8 e 16g de tanino/kg, apresentaram mudanças histológicas significativas na mucosa intestinal das aves. Os mesmos autores

detectaram atrofia na mucosa do íleo, encurtamento das vilosidades e distorção de sua arquitetura.

Aos 14 dias de idade houve um efeito linear decrescente da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre a altura do epitélio. Aos 28 e 42 dias de idade verificou-se uma resposta linear crescente da altura do epitélio ileal em função dos níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Entretanto, aos 21 dias e aos 35 dias a resposta foi quadrática, ocorrendo uma redução de altura do epitélio até os níveis de substituição de 41,38% e 42,90%, respectivamente, aumentando a seguir.

Oliveira Neto, Donzele e Abreu (2006) e Campos et al. (2007) relatam que o duodeno e o jejuno respondem a agressões e a estímulos da mucosa de maneira mais acentuada, ou seja, no íleo o bolo alimentar independentemente do tratamento utilizado ao chegar nesse segmento já sofreu uma máxima atividade enzimática e taxa de absorção nos segmentos anteriores. Com um pH mais estável e menos nutrientes para absorver, apresenta menos agressividade contra a mucosa intestinal, atribuindo assim menos dano às vilosidades, como visto nesse experimento.

As variáveis diâmetro de folículo e altura do epitélio, obtidas através da histologia da tireoide aos 35 e 42 dias de idade, em função da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola são apresentadas na tab.14.

Tabela 14- Histologia da tireoide sobre as variáveis (Var) diâmetro folicular (DF) e AE (altura do epitélio) em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte aos 35 e 42 dias de idade (ID).

| Var (μm) | ID | Nível de substituição | | | | | *p | CV(%) | R ² | Equação |
|--------------------------|----|-----------------------|------------|------------|------------|-------------|--------|-------|----------------|---------------------|
| | | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | | | |
| DF | 35 | 43,05 | 43,29 | 48,07 | 51,25 | 56,84 | <,0001 | 18,30 | 0,99 | $y = 0,142x + 41,3$ |
| | 42 | 66,56 | 66,94 | 70,60 | 72,63 | 78,21 | 0,0002 | 14,65 | 0,92 | $y = 0,116x + 65,1$ |
| AE | 35 | 2,02 | 2,68 | 2,85 | 2,62 | 3,77 | <,0001 | 15,15 | 0,74 | $y = 0,014x + 2,1$ |
| | 42 | 2,68 | 3,16 | 2,73 | 3,35 | 4,42 | <,0001 | 14,65 | 0,68 | $y = 0,014x + 2,5$ |

*p = nível de significância. CV (%) = coeficiente de variação. R² = coeficiente de determinação.

Tanto aos 35 como aos 42 dias de idade dos frangos o diâmetro de folículo da tireoide apresentou uma resposta linear crescente ($p < 0,01$), aumentando 0,142 μm e 0,116 μm , respectivamente, a cada 1% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, conforme mostram as equações na tab. 14.

Além das diferenças no diâmetro é possível observar a diferença na morfometria das glândulas. Para o tratamento controle (Fig. 15), ou seja, aquele que não possui farelo de canola, os folículos eram mais ou menos esféricos, de tamanhos variados, preenchidos por colóide com densidade também variável e revestidos, na sua maioria, por células cuboidais baixas, o que caracteriza uma morfologia padrão da tireoide. Para o tratamento com 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (T100%), pode-se observar, na Fig. 15b, a presença de folículos com diâmetros diferenciados, alguns bem maiores do que no grupo controle, também nota-se a presença de folículos menores, disformes e com a presença de um aglomerado de células foliculares, podendo caracterizar um bócio colóide (KIMURA, 2012).

Em relação à altura do epitélio, tanto aos 35 e 42 dias de idade dos frangos, também verificou-se uma resposta linear crescente com o aumento dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Segundo Kimura (2012), o tamanho das células foliculares varia conforme a atividade da glândula. Histologicamente, os folículos apresentam células foliculares de formato cúbico. No entanto, a morfologia do tecido é prontamente modulada pelo estado funcional da glândula, controlado predominantemente pelo hormônio tireoestimulante (TSH) hipofisário. Desta forma, no hipotireoidismo a glândula recebe grande estímulo de TSH hipofisário e o epitélio folicular se hipertrofia passando a apresentar um formato cilíndrico, podendo até mesmo apresentar resposta hiperplásica do tecido (KIMURA, 2012).

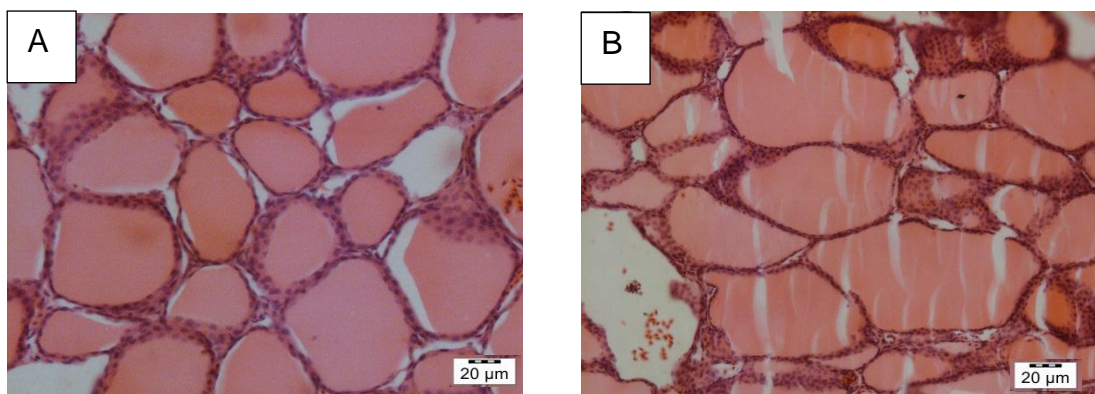


Figura 15 - Tireoide de frangos. A) Folículos mais ou menos esféricos, 100% farelo de soja B) Folículos de tamanhos diferenciados, 100% farelo de canola.

Rachid et al. (2001), trabalharam com uma toxina T-2 em frangos de corte. Esta altera a síntese de tireoglobulina, o que a caracteriza como um agente bociogênico. Os autores observaram, aos 21 dias do começo do experimento, que os folículos apresentavam diâmetro aumentado e estavam revestidos por uma única camada de epitélio pavimentoso e lúmen preenchido por grande quantidade de colóide pouco escavado, o que caracterizou um bócio colóide. Resultados semelhantes foram encontrados no presente estudo, onde possivelmente substâncias goitrogênicas, os glucosinolatos, causaram um aumento na altura do epitélio e no diâmetro dos folículos.

Os resultados encontrados corroboram com os apresentados por Adibmoradi e Pedram (2007) que encontraram maiores diâmetros foliculares e maior altura de epitélio quando foram acrescentados níveis de farelo de canola na dieta de frangos de corte. Os autores concluíram que embora a canola seja melhorada geneticamente quanto o teor de glucosinolato, sua presença na dieta pode prejudicar a glândula da tireoide das aves.

Possivelmente o baixo desempenho das aves durante o período experimental, no presente estudo, possa estar ligado a presença dos glucosinolatos.

4.5. Análise centesimal da carne

As médias encontradas para as variáveis matéria seca (MS), umidade (UM), cinzas (CZ), proteína bruta (PB) e lipídios (LD) analisadas na perna (coxa e sobrecoxa) e no peito de frangos de corte são apresentadas na tab. 15.

Tabela 15 - Composição centesimal da perna (coxa+sobrecoxa) e do peito de frangos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

| Variáveis | Níveis de substituição | | | | | *p | CV(%) |
|-----------|------------------------|---------|---------|---------|----------|--------|-------|
| | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100 (%) | | |
| Perna | | | | | | | |
| MS (%) | 26,62 | 24,06 | 24,41 | 26,66 | 25,82 | 0,2875 | 10,16 |
| Um (%) | 73,38 | 75,94 | 73,08 | 73,33 | 74,16 | 0,4343 | 4,51 |
| CZ (%) | 0,98 | 0,92 | 0,97 | 1,00 | 1,03 | 0,9101 | 11,30 |
| PB (%) | 18,92 | 19,30 | 19,89 | 19,32 | 17,23 | <,0001 | 5,52 |
| LD (%) | 6,10 | 6,26 | 6,15 | 6,35 | 7,60 | 0,0039 | 11,69 |
| Peito | | | | | | | |
| MS (%) | 23,85 | 22,28 | 22,91 | 23,94 | 23,58 | 0,2197 | 4,78 |
| Um (%) | 76,15 | 77,71 | 77,08 | 76,05 | 76,42 | 0,1390 | 1,45 |
| CZ (%) | 0,91 | 0,99 | 0,95 | 1,01 | 0,98 | 0,0836 | 12,86 |
| PB (%) | 22,65 | 22,24 | 24,10 | 24,38 | 23,01 | 0,1405 | 7,78 |
| LD (%) | 2,43 | 2,42 | 2,16 | 2,46 | 2,87 | 0,0004 | 0,865 |

*p nível de significância pela regressão polinomial ajustada. CV: coeficiente de variação (%). MS: matéria seca. UM: umidade. CZ: cinzas. PB: proteína bruta. LD: lipídios. Valores expressos em base natural. Equações de regressão ajustadas para PB(perna): $y = -0,0007x^2 + 0,0563x + 18,733$. LD(perna): $y = 0,0003x^2 - 0,0161x + 6,2297$. LD(peito): $y = 0,0002x^2 - 0,0123x + 2,484$.

Pode-se observar que os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta influenciaram os níveis de proteína bruta e lipídios na perna. A proteína bruta da perna apresentou uma resposta quadrática, aumentando até o nível 40,21% de substituição do farelo de soja pelo de canola na dieta (Fig 16). O teor de lipídio na perna, por sua vez, também apresentou uma resposta quadrática, diminuindo até o nível de 26,83% e aumentando posteriormente (Fig. 17). No peito, apenas o teor de lipídios apresentou diferença significativa, observando-se uma resposta quadrática semelhante à perna, com uma redução até 30,75% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, aumentando posteriormente (Fig. 18).

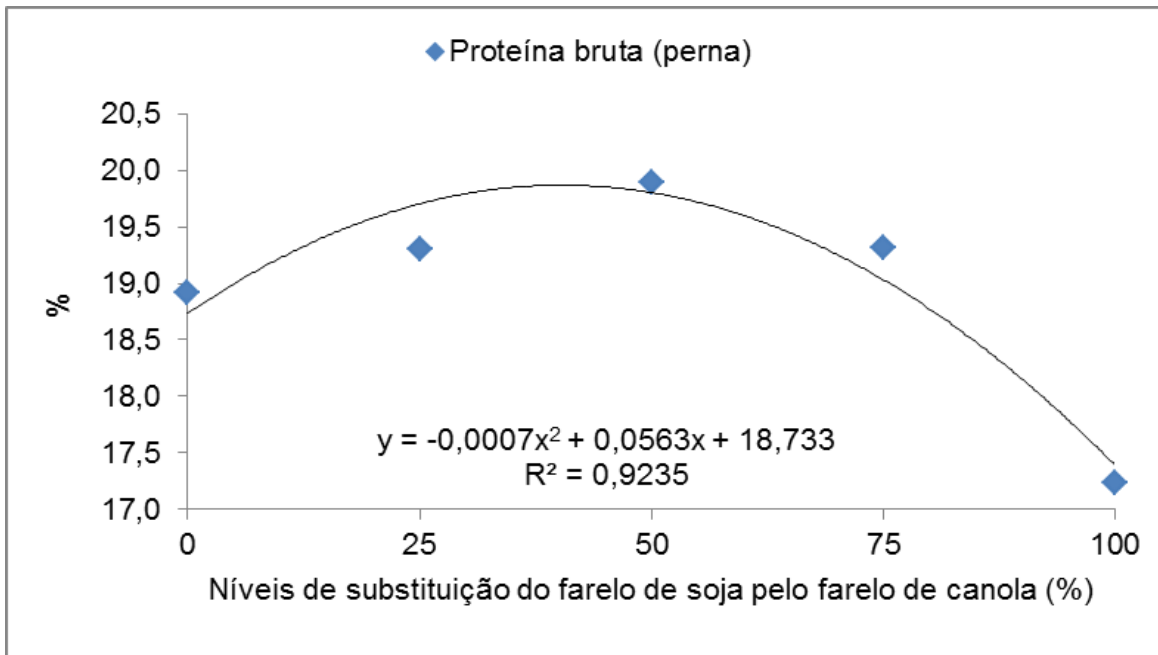


Figura 16 - Teor de proteína bruta (%) em pernas de frangos de corte submetidos à dieta com níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola.

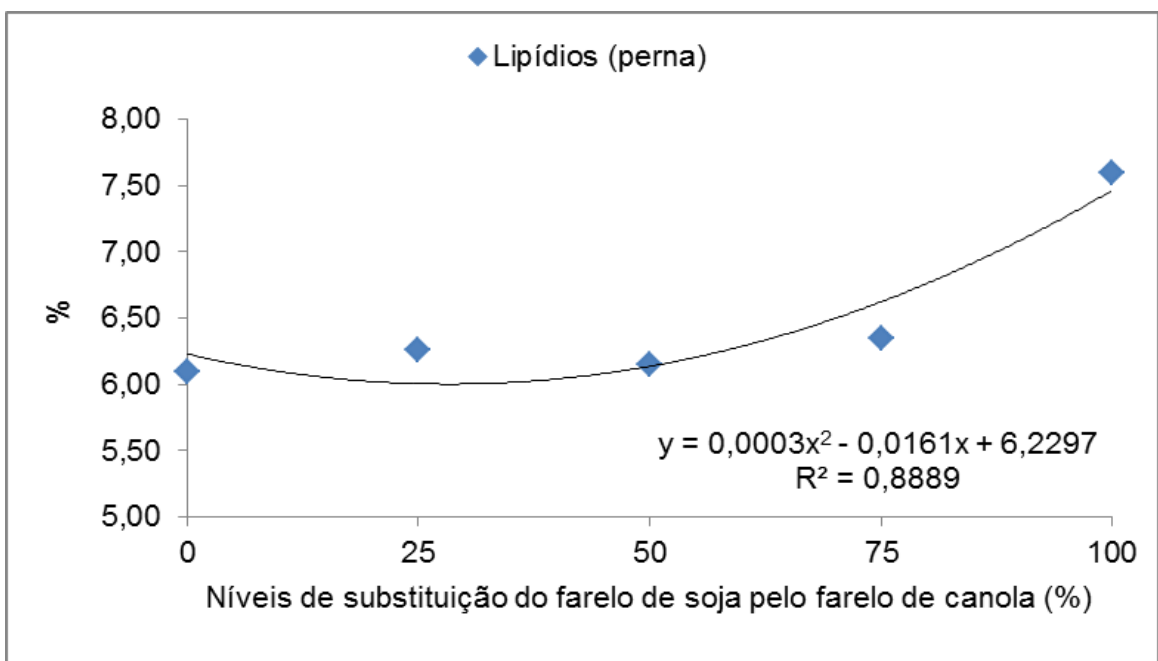


Figura 17 - Teor de lipídios (%) em pernas de frangos de corte submetidos à dieta com níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola.

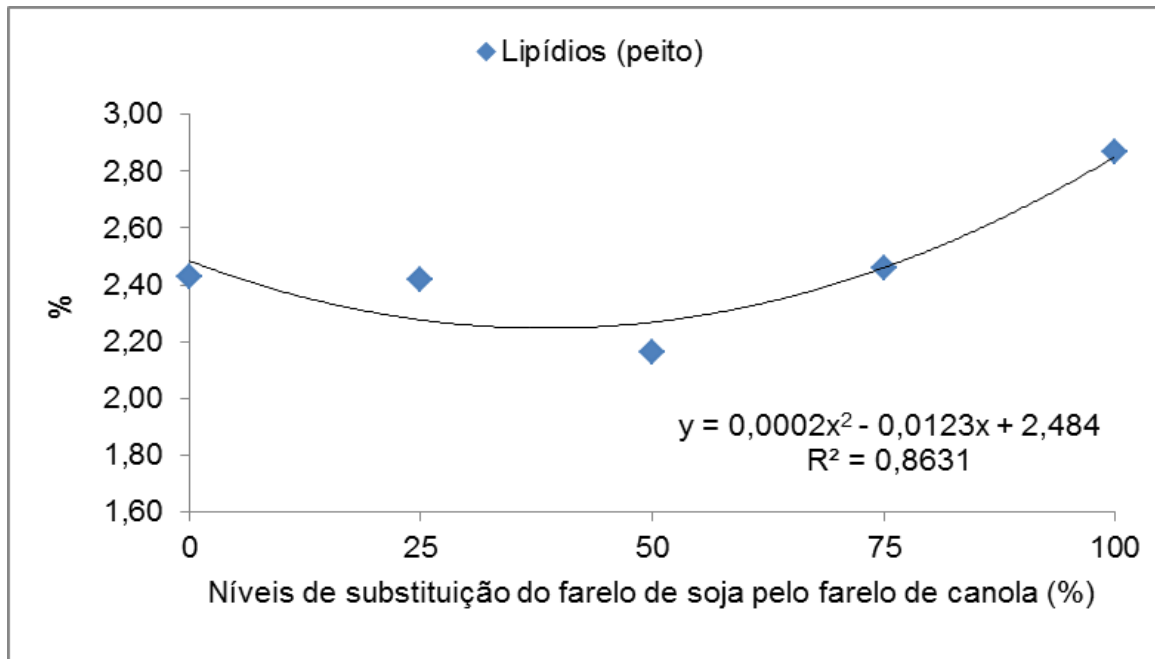


Figura 18 - Teor de lipídios (%) em peito de frangos de corte submetidos à dieta com níveis de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola.

Esses resultados diferem em parte pelos encontrados por Mikulski et al., (2011), que não observaram diferença significativa em nenhuma variável da composição centesimal na carne do peito de perus alimentados com diferentes níveis de farelo de canola. Da mesma forma, estudos realizados por Stanačev et al. (2013), com farelo de canola na dieta de frangos de corte também não encontraram diferença estatística para os teores de matéria seca, umidade, cinzas, proteína bruta e lipídios na carne aos 42 dias de idade, o que também difere dos resultados obtidos no presente experimento.

Franzoi et al. (2000) trabalhando com níveis de 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão do farelo de canola na dieta de frangos de corte também não observaram diferença para matéria seca, umidade e cinzas. Segundo Franco (2007), a água é o constituinte mais importante da carne, sendo essencial para obtenção do rendimento e qualidade final dos produtos, contribuindo para a textura, suculência, sabor e maciez. Sua eventual perda compromete a qualidade do alimento, conferindo textura dura, seca e fibrosa. Neste experimento, com os resultados obtidos para matéria seca e umidade, observa-se que não houve perda de água com os níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

No entanto, os dados encontrados para a proteína e lipídios divergem dos resultados obtidos por Franzoi et al. (2000), que verificaram um aumento no teor de proteína e um decréscimo no teor de lipídios com a presença do farelo de canola. Os autores citam que tal fato pode ter ocorrido em função do aumento no teor de fibra ocasionado pelos maiores níveis de farelo de canola na dieta.

Segundo Kocher et al. (2001), a absorção e a digestão dos lipídios podem ser afetadas pela presença de polissacarídeos não amiláceos solúveis, que aumentam a viscosidade do meio, impedindo a ação enzimática sobre os substratos.

Ao observar-se a resposta das vilosidades aos 42 dias de idade dos frangos nesse experimento, pode-se notar que o duodeno e o jejuno apresentaram uma resposta linear decrescente da altura das vilosidades com o nível de substituição entre os farelos (tab. 11 e 12), ao contrário do íleo, que apresentou uma resposta linear crescente (tab. 13), ou seja, a altura das vilosidades no duodeno e no jejuno diminuiu e no íleo aumentou conforme aumentou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Com isso, pode-se supor que houve um efeito dos fatores antinutricionais da canola, como a fibra e o tanino, impedindo a absorção de proteína no duodeno e no jejuno com níveis a inclusão de maiores de canola na dieta. É no íleo que ocorre a absorção de gordura, o que pode ser visto pelo aumento das suas vilosidades e a resposta no teor de gordura presente na perna e no peito (Fig. 17 e 18).

O aumento de óleo de soja na dieta conforme aumentou o nível de canola para manter os tratamentos isoenergéticos pode ter influenciado o teor de lipídios na tanto na coxa como no peito. Oliveira Neto et al. (2000) utilizando milho e óleo de soja como fonte de energia, constataram aumento linear no teor de gordura da carcaça de frangos de corte, em função do aumento dos níveis energéticos da dieta. De modo semelhante, Ton et al. (2011), avaliaram dietas contendo níveis crescentes de energia metabolizável e não observaram efeito sobre a taxa de deposição de proteína, porém notaram aumento linear na taxa de deposição de gordura na carcaça de codornas de corte aos 35 dias de idade.

Ao observar a tab. 15 nota-se que o teor de gordura no peito foi 2,5 vezes menor do que o encontrado na perna (coxa+sobrecoxa), provavelmente, isso ocorra porque a carne do peito de aves tem baixo teor de gordura, ocorrendo um depósito maior de gordura subcutânea na cavidade abdominal e nas sobrecoxas (VIEIRA, 2004).

4.6. Análise instrumental

Os resultados obtidos para o pH inicial (pH_{in}), pH 24h após abate (pH_{fin}), capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (CIS) e perda por cocção (PDCOC) da carne do peito de frangos em função dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola são apresentados na tab. 16. Pode-se observar que não houve efeito significativo dos tratamentos em nenhuma variável estudada.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Mikulski et al. (2011), que testando 0, 60, 120 e 180g de farelo de canola/kg na dieta de perus em crescimento, não observaram influência sobre o pH da carne, tanto 1h após o abate como 24h após, assim como no presente experimento. No entanto, os mesmos autores observaram que o aumento do farelo de canola levou a um aumento na perda por cocção e uma redução na força de cisalhamento, diferindo dos resultados do presente trabalho. Mikulski et al. (2011) sugerem que, em parte, essas mudanças podem ter sido causadas por vários fatores, dentre eles o perfil de ácidos graxos da carne. Há várias explicações possíveis para o efeito dos lipídios na maciez da carne, incluindo sua localização, que poderia ter um efeito físico sobre a separação das fibras musculares e começando o processo de amaciamento por abertura da estrutura muscular. Os lipídios também poderiam reter a umidade nos músculos e melhorar a suculência.

Tabela 16 - Características instrumentais de carne de frangos submetidos a dietas com níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

| Níveis | pH _{in} | pH _{fin} | PDCOC (%) | CIS (kgf/cm ²) | CRA (%) |
|--------|------------------|-------------------|-----------|----------------------------|---------|
| 0(%) | 6,40 | 5,96 | 74,31 | 1,21 | 25,71 |
| 25(%) | 6,63 | 5,96 | 74,41 | 1,46 | 22,62 |
| 50(%) | 5,85 | 5,79 | 70,65 | 1,31 | 23,87 |
| 75(%) | 6,52 | 5,84 | 76,29 | 1,36 | 23,75 |
| 100(%) | 6,70 | 5,84 | 70,45 | 1,33 | 23,18 |
| *p | 0,4597 | 0,5465 | 0,2019 | 0,6134 | 0,3196 |
| CV (%) | 16,90 | 4,69 | 8,54 | 25,49 | 13,15 |

*p nível de significância pela equação de regressão ajustada. CV: coeficiente de variação (%). PDCOC: perda por cocção. CIS: força de cisalhamento. CRA: capacidade de retenção de água.

Segundo Venturini, Sarcinelli e Silva (2007) a qualidade de armazenamento, o manejo das carcaças, a velocidade de resfriamento e o pH podem influenciar a textura e por sua vez, a qualidade da carne. No presente experimento, os peitos dos frangos foram manipulados da mesma forma em todos tratamentos, fato que pode ter corroborado para que não houvesse diferença estatística nas características físicas da carne. Além disso, os resultados obtidos vão ao encontro aos apresentados por Lopes (2007), que analisando a carne de peito de frangos de corte alimentados com diferentes fontes proteicas alternativas, não verificou diferença entre os tratamentos com relação às características físicas.

As médias obtidas para as variáveis referentes a coloração da carne do peito de frangos em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola são apresentados na tab.17.

Os valores médios encontrados para o croma e o *Hue-Angle* nesse experimento são semelhantes aos observados por Bianchi, Petracci e Cavani (2006) para a linhagem *Cobb*.

Como pode-se observar na tab. 17, não foram encontradas diferenças significativas para os L^* e a^* ; apenas para a variável b^* , que respondeu ao aumento do nível de farelo de canola com uma equação de regressão linear crescente ($P < 0,05$).

Esses resultados corroboram com os encontrados por Mikulski et al. (2011), que obtiveram um aumento na intensidade de cor amarela (parâmetro b^*) no peito de frangos alimentados com maiores níveis de farelo de canola na dieta.

A coloração do parâmetro b^* (intensidade de cor amarela) varia de acordo com o teor de milho na dieta, que possui substâncias chamadas xantofilas, que conferem a coloração amarelo-alaranjado e são lipossolúveis (SILVA; ALBINO; GODOI, 2000).

Tabela 17 - Valores médios, coeficiente de variação (%), nível de significância (p) para as variáveis de coloração dos peitos de frangos alimentados com níveis crescentes de farelo de canola.

| Níveis | Hue-Angle | Croma | L* | a* | b* |
|--------|-----------|--------|--------|--------|--------|
| 0(%) | 55,62 | 4,41 | 55,96 | 3,50 | 4,56 |
| 25(%) | 58,42 | 5,68 | 54,76 | 3,46 | 5,91 |
| 50(%) | 55,13 | 5,43 | 58,81 | 3,23 | 6,21 |
| 75(%) | 55,43 | 4,79 | 56,70 | 3,44 | 6,07 |
| 100(%) | 51,22 | 4,51 | 56,03 | 3,88 | 6,47 |
| *p | 0,5408 | 0,5465 | 0,1021 | 0,5134 | 0,0480 |
| CV (%) | 19,67 | 26,78 | 5,81 | 21,70 | 24,80 |

p nível de significância ajustado para equação de regressão polinomial. CV: coeficiente de variação (%). Equação de regressão ajustada para o b: $y = 0,0159x + 5,048$ ($R^2=0,71$).

Garcia et al. (2005) trabalhando com alimento alternativo ao milho, portanto com menores concentrações desse ingrediente na dieta, obteve uma redução na intensidade de cor amarela (parâmetro b*) em peitos de frangos, conforme esperado. Nesse experimento, em todas as fases, conforme aumentou o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola diminuiu também os teores de milho na dieta em consequência de um maior teor de óleo para manter todos os tratamentos isoenergéticos, conforme anteriormente citado. Como as substâncias pigmentantes da dieta são lipossolúveis, mesmo com a redução da quantidade de milho na dieta, o aumento da concentração de óleo pode ter facilitado a absorção dessas substâncias, aumentando assim o nível de intensidade da cor amarela no peito de frangos.

4.7. Análise sensorial

As médias encontradas para os atributos designados pelo painel treinado em função do nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola são apresentadas na tab. 18.

Pode-se observar que a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta de frangos de corte não influenciou o odor característico, odor estranho, sabor característico, suculência, fibrosidade e avaliação global. Gopinger (2013) trabalhando com níveis de inclusão do farelo de canola na dieta de frangos de corte também não encontrou diferença estatística para esses atributos.

Tabela 18 - Características sensoriais da carne de frangos de corte submetidas a dietas com substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

| Atributo ¹ | Níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (%) | | | | | *p | CV (%) |
|-----------------------|--|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| | 0 | 25 | 50 | 75 | 100 | | |
| Cor | 3,04a | 3,27bc | 3,34bc | 3,31bc | 3,76c | 0,0259 | 7,86 |
| Odor característico | 3,98 | 4,14 | 4,21 | 4,34 | 4,16 | 0,5809 | 10,20 |
| Odor a gordura | 1,78a | 1,96ab | 1,92ab | 2,17bc | 2,45c | 0,0038 | 17,30 |
| Odor estranho | 1,12 | 1,13 | 1,16 | 1,30 | 1,37 | 0,3331 | 26,90 |
| Sabor característico | 3,77 | 3,49 | 3,83 | 3,90 | 3,91 | 0,2998 | 9,73 |
| Sabor estranho | 2,22a | 2,39ab | 2,45ab | 2,87bc | 2,94c | 0,0349 | 18,70 |
| Sabor residual | 2,56a | 2,67a | 2,86a | 2,79ab | 3,03b | 0,0337 | 15,70 |
| Dureza | 3,24a | 3,05a | 2,67ab | 2,67ab | 2,51b | 0,0047 | 18,30 |
| Suculência | 2,49 | 2,77 | 2,85 | 2,43 | 2,9 | 0,2009 | 17,12 |
| Fibrosidade | 3,87 | 3,92 | 4,08 | 4,30 | 3,78 | 0,1624 | 10,30 |
| Avaliação global | 3,97 | 3,92 | 4,41 | 4,20 | 4,15 | 0,3152 | 13,30 |

p*: nível de significância. CV: coeficiente de variação (%). Médias seguidas por letras minúsculas diferentes, na linha diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Foram encontradas diferenças para os atributos cor, odor a gordura, sabor estranho, sabor residual e dureza. Em relação à aparência da carne, houve diferença estatística em relação à cor, sendo possível o painel observar a diferença na coloração nos peitos de frangos que foram alimentados com farelo canola. O peito dos frangos que receberam o tratamento com maior nível de canola apresentou uma coloração mais intensa do que dos frangos que receberam o tratamento controle. Este fato corrobora com os resultados encontrados na análise instrumental do peito, resultando em um aumento na intensidade da coloração amarela conforme o farelo de soja foi substituído pelo farelo de canola. Segundo Mikulski et al. (2011) essa característica não é desejada pelo consumidor.

Ao observar-se a tab.18, é possível notar que alguns atributos como odor a gordura, sabor estranho e sabor residual foram diferentes estatisticamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos controle e o tratamento com 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Também observa-se que os tratamentos com 25 e 50% de substituição não diferiram do tratamento controle para essas variáveis. Já o tratamento com 75% de substituição foi semelhante ao tratamento com 100% de substituição. O aumento da percepção dessas variáveis nos atributos sensoriais é indesejável na qualidade de carne.

Segundo Oosório, Osório e Sañudo. (2009), o "flavor" do alimento corresponde ao conjunto de impressões olfativas e gustativas provocadas no

momento do consumo. A terminologia "flavor" engloba o odor do alimento, ligado a existência de compostos voláteis e ao sabor, que têm sua origem em substâncias solúveis. Ainda segundo os mesmos autores, o "flavor" se percebe no momento do consumo, desenvolvendo-se antes da introdução do alimento na boca, durante a mastigação e durante e depois da deglutição, influenciando mutuamente nas demais características organolépticas, especialmente com a suculência e a textura-dureza, determinando ao final, entre todos eles, a aceitabilidade sensorial pelo consumidor.

Huallanco (2004), preconiza que a diferença mais reconhecida no sabor da carne de aves deve ser resultante das diferenças dos componentes lipídicos. No presente experimento, os resultados da análise centesimal da carne do peito das aves demonstraram que houve um aumento no teor de lipídios aos 42 dias de idade conforme aumentou o nível de canola na dieta. Esse aumento no teor de lipídios pode ter gerado as diferenças nas características organolépticas da carne, influenciando no "flavor" do alimento.

Além disso, o aumento no teor de lipídios pode ter influenciado também na percepção de dureza da carne, fazendo com que a carne com maior teor de lipídios tenha sido considerada a mais macia pelo painel treinado, neste caso os tratamentos com 50, 75 e 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. Segundo Wood et al. (2003), o efeito de ácidos graxos sobre a maciez é devido aos diferentes pontos de fusão dos ácidos graxos individuais, especialmente o esteárico e o linoleico.

Segundo Bressan e Beraquet (2002), a importância das características sensoriais é observada em momentos distintos. Enquanto a coloração do peito está associada à aceitabilidade logo na aquisição do produto, a maciez influencia a aceitabilidade global durante a degustação das diversas formas de preparo culinário da carne de frango. Segundo Miller (2003), ao adquirir um produto cárneo, a primeira característica observada pelo consumidor é a aparência e, após, são consideradas outras características como maciez, suculência e vida útil, agregando valor ao produto.

4.8. Análise econômica

Ao observar a Fig. 19, pode-se notar que a utilização do farelo de canola como um alimento alternativo ao farelo de soja gerou uma economia no custo da dieta em todas as fases de produção de frangos de corte.

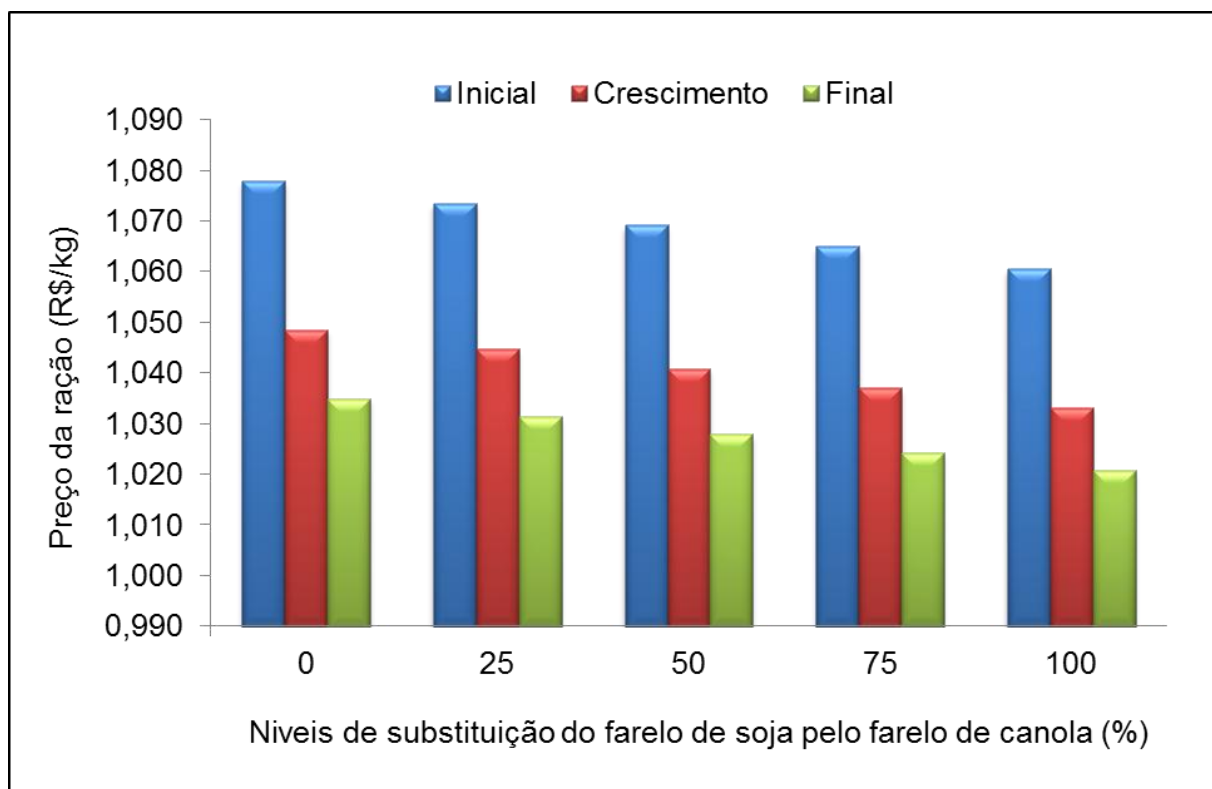


Figura 19 - Relação entre o custo do quilo da ração por tratamento e as fases de produção de frangos de corte alimentados com níveis crescentes de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola.

Tanto a substituição parcial como total do farelo de soja pode influenciar positivamente no custo da dieta, mesmo com o aumento do teor de óleo de soja, um ingrediente de alto custo. O farelo de soja quando substituído pelo farelo de canola em 100% na dieta pode proporcionar uma economia no custo da ração de 1,64% na fase inicial, 1,49% na fase de crescimento e 1,39% na fase final.

Segundo Furlan et al. (2001), a viabilidade econômica é um aspecto circunstancial, que depende dos preços de mercado praticados em um dado momento. Dessa forma, então a análise econômica da utilização de um alimento alternativo é de extrema importância, pois são os seus preços no mercado que vão influenciar a decisão do produtor na substituição do ingrediente tradicional da dieta

por outro. Na época em que este experimento foi realizado, o farelo de canola (R\$ 0,70/kg) estava 35% mais barato do que o farelo de soja (R\$ 1,075/kg) na região Sul.

A tab. 19 apresenta os valores encontrados para o custo médio de ração (CMR), renda bruta média (RBM), margem bruta (MB) e índice de rentabilidade (IR) na fase inicial de produção, crescimento e terminação em função dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta de frangos de corte.

Tabela 19 - Análise econômica dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na dieta de frangos de corte, em função das variáveis de custo médio de ração (CMR), renda bruta média (RBM), margem bruta (MB) e índice de rentabilidade (IR) em diferentes fases da produção.

| Variáveis | Nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola | | | | |
|--------------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
| | T0 (%) | T25 (%) | T50 (%) | T75 (%) | T100(%) |
| 1-7 dias (inicial) | | | | | |
| CMR (R\$/kg frango) | 0,154 | 0,155 | 0,149 | 0,143 | 0,151 |
| RBM (R\$/kg frango) | 0,423 | 0,413 | 0,395 | 0,382 | 0,376 |
| MB (R\$/kg frango) | 0,269 | 0,258 | 0,246 | 0,239 | 0,225 |
| IR (%) | 174,273 | 166,161 | 165,083 | 166,445 | 149,404 |
| 8-21 dias (crescimento) | | | | | |
| CMR (R\$/kg frango) | 1,164 | 1,091 | 1,100 | 1,072 | 1,081 |
| RBM (R\$/kg frango) | 2,053 | 2,067 | 1,939 | 1,853 | 1,886 |
| MB (R\$/kg frango) | 0,889 | 0,976 | 0,839 | 0,781 | 0,805 |
| IR (%) | 76,000 | 89,445 | 76,306 | 72,888 | 74,464 |
| 22-42 dias (terminação) | | | | | |
| CMR (R\$/kg frango) | 4,385 | 4,337 | 4,175 | 4,070 | 4,110 |
| RBM (R\$/kg frango) | 6,414 | 6,208 | 6,102 | 5,986 | 5,910 |
| MB (R\$/kg frango) | 2,028 | 1,871 | 1,927 | 1,916 | 1,800 |
| IR (%) | 48,187 | 44,990 | 48,002 | 48,917 | 45,556 |

Ao observar a tab. 19, na fase inicial, pode-se notar que o custo médio da ração consumida pelas aves foi numericamente menor nos níveis de 50 e 75% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola quando comparado com os demais níveis, isso porque o consumo de ração foi consideravelmente menor nesses tratamentos, respectivamente, 0,139g e 0,135g. No entanto, quando é levado em consideração a produção de carne (peso vivo do frango), pode-se notar que a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola leva a uma menor renda bruta média tanto na substituição parcial como na total. Comparando o tratamento com 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (T100%) com o

tratamento controle (T0%) houve uma redução de 11,11% na renda bruta média. Essa redução na renda bruta média influenciou as médias calculadas para a margem bruta, que também foi reduzida conforme aumentou a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola. No tratamento com 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola houve uma redução de 16,35% na margem bruta quando comparado com o tratamento controle (T0%). Conseqüentemente, a baixa margem bruta obtida para os tratamentos com farelo de canola influenciou negativamente o índice de rentabilidade, que demonstra a taxa de retorno do capital empregado. Ao observar a tab. 19 nota-se que o tratamento com 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (T100%) teve o menor retorno do capital empregado, com 24,87% a menos do que o tratamento controle (T0%).

Na fase de crescimento o menor custo médio da ração encontrado foi para o tratamento com 75% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (T75%). O custo médio da ração está diretamente relacionado com o consumo de ração. Ao observar-se a tab. 4, é possível notar que o menor consumo de ração também foi atribuído para o tratamento T75 (%). Este fato pode ter contribuído para um menor ganho de peso das aves desse tratamento e, por conseqüência, foi o tratamento que obteve o menor valor para a renda bruta média, margem bruta e índice de rentabilidade. Ainda na fase de crescimento, os frangos submetidos a uma dieta com 25% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola obtiveram o melhor desempenho econômico, apresentando um baixo custo da ração consumida (R\$ 1,09), a maior receita bruta média (R\$ 2,07) e também a maior margem bruta no período de crescimento (R\$ 0,98). Quando comparado com o tratamento controle (T0%), o tratamento com 25% de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola (T25%) apresentou uma margem bruta de R\$ 0,09 a mais por quilo de frango produzido. Considerando-se uma situação hipotética de um aviário com 20.000 frangos pesando 2,5kg no momento da venda, com essa maior margem bruta o produtor poderia receber a mais R\$ 4.500,00.

De uma maneira geral, os frangos são vendidos aos 42 dias de idade para o abatedouro, sendo melhor justificada a análise econômica nesta fase de vida das aves. No entanto, no presente experimento foi realizada a análise econômica nas diferentes fases de vida do frango para demonstrar que o farelo de canola pode ser uma alternativa viável principalmente na fase de crescimento das aves.

Na fase final, o desempenho econômico obteve um comportamento semelhante à fase inicial, apresentando menores valores para todas as variáveis analisadas.

Nascimento et al. (1998) trabalhando com inclusões de até 40% de farelo de canola na dieta de frangos de corte, aos 42 dias de idade, citam que o melhor rendimento econômico foi encontrado no nível de 30% de inclusão, mesmo ocorrendo uma resposta linear decrescente no desempenho zootécnico dos frangos com o aumento da inclusão do farelo de canola nas dietas. Os resultados da análise econômica desse trabalho diferem dos encontrados por Nascimento et al. (1998), pois nesse experimento o melhor tratamento foi o controle (T0%) aos 42 dias de idade.

Segundo Murakami et al. (2009), o índice de rentabilidade indica que para cada unidade monetária utilizada para a ração há um retorno em porcentagem, nesse caso o maior índice de rentabilidade foi aos 42 dias, havendo um retorno de 47,25% a cada R\$ 1,00 utilizado na ração para o tratamento controle.

Sharif et al. (2012) trabalhando com dietas até 12% de farelo de canola para frangos de corte encontraram um menor custo de ração e um melhor desempenho econômico, com uma maior renda bruta. Tal resultado difere dos obtidos no presente estudo, em que mesmo diminuindo o custo por quilo da ração, em todas as fases da produção, com a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, os valores obtidos para a renda bruta e para o índice de rentabilidade demonstraram não ser viável economicamente essa substituição quando o frango atinge a idade do abate (aos 42 dias), mesmo quando o farelo de canola está com um valor de compra 35% menor no mercado em relação ao farelo de soja.

Leandro et al. (2006), citam que há uma alta correlação entre o peso inicial do pintinho e o seu peso no abate. Avaliando essas condições economicamente, relatam que o maior peso inicial gerou uma melhor margem bruta no abate aos 42 dias. Possivelmente, no presente estudo o peso das aves na primeira semana, diminuiu linearmente com a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola, influenciou o desempenho no final do ciclo, gerando aves menos pesadas e diminuindo assim a margem bruta do produtor.

5. CONCLUSÕES

A substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte influenciou negativamente o desempenho produtivo.

A resistência óssea foi afetada apenas na fase inicial com o aumento do farelo de canola na dieta.

O aumento de farelo de canola na dieta provocou uma redução nas características morfométricas no duodeno e no jejuno, ao contrário do íleo.

Exame histológico da tireoide indicou que a canola ainda é portadora de glucosinolatos capazes de influenciar adversamente a glândula.

O farelo de canola influenciou na composição centesimal da carne e nas características sensoriais. No entanto, não alterou as características físicas.

A viabilidade econômica mostrou que é possível substituir o farelo de soja pelo farelo de canola em 25% na fase de crescimento, no entanto são necessários mais estudos.

6. REFERÊNCIAS

ADIBMORADI, M.; PEDRAM, G. Effects of level of canola meal on morphology of thyroid gland in broiler chicks. In: 16th European Symposium on Poultry Nutrition, **Annals...** Estrasburgo, França, p 29-31, 2007.

AHMED, A.; ZULKIFLI, I.; FARJAM, A.; ABDULLAH, N.; LIANG, J. Extrusion enhances metabolizable energy and ileal amino acids digestibility of canola meal for meal broiler chickens. **Italian Journal of Animal Science**, v.13, p.44-47, 2014.

AJUYAH, O.; LEE, R.; HARDIN, T.; SIM, D. Changes in the yield and in the fatty acid com position of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. **Poultry Science**, v. 70, p.2304-2314, 1991.

ANDREOTTI, Marcelo **Valor nutricional de diferentes fontes lipídicas para frangos de corte**. 2002. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

ANDREOTTI, M.O.; JUNQUEIRA, O.M.; BARBOSA, M.J.B.; CANCHERINI, L.C.; ARAÚJO, L.F.; RODRIGUE, E. Tempo de trânsito intestinal, desempenho, características de carcaça e composição corporal de frangos de corte alimentados com rações isoenergéticas formuladas com diferentes níveis de óleo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.870-879, 2004.

ARAÚJO, G.M.; VIEITES, F.M.; SOUZA, C.S. Importância do desenvolvimento ósseo na avicultura. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p.79-89, 2012.

BARBOSA, Anderson. **Aspectos químicos, bioquímicos, físicos e mecânicos de fêmures de frangos de corte**. 2005. 115p. Tese (Mestrado em Bioquímica Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BARBOSA M. J. B., JUNQUEIRA O. M., ANDREOTT M. O., CANCHERINI L. C., ARAÚJO L. F. Desempenho e Rendimento de Carcaça de Frangos de Corte Submetidos a Diferentes Níveis de Treonina e Lisina, na Fase Final de Criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1476-1480, 2001.

BELL, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.73, n.4, p.679-697, 1993.

BENICIO, L.A.S. **Estudo da influência de linhagens e de níveis nutricionais sobre desempenho, rendimento de carcaça e avaliação econômica em frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 159p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1995.

BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H. **Farelo de canola: uma alternativa proteica para alimentação de suínos e aves**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998. 56p. (EMBRAPA-CNPSA. Documentos, 55).

BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; CAVANI, P. The influence of genotype, market live weight, transportation, and holding conditions prior to slaughter on broiler breast meat color. **Poultry Science**, v.85, p.123–128, 2006.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n.8, p. 911–917, 1959.

BOLELI, I.C.; MAIORKA, A.; MACARI, M. Estrutura funcional do trato digestório. In: **Fisiologia Aviária – Aplicada a Frangos de Corte**. 2ed. Jaboticabal: Funep, 2008, p. 75-98.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeito de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, p. 1049-1059, 2002

BRASIL. Casa civil. **Programa nacional de produção de uso de biodiesel - PNPB**. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/lei11097_13jan2005.pdf>. Acesso em: 30 out/2013.

BRUGALLI, I.; ALBINO, L.F.T.; SILVA, D.J.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; MARTINHO, A.S. Efeito do tamanho de partícula e do nível de substituição nos valores energéticos da farinha de carne e ossos para pintos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.753-757, 1999.

BRUM JR, Berilo. **Quirera de arroz na dieta de frangos de corte e coelhos em crescimento**. 2006. 46 f. Dissertação de mestrado (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

BRUM P. A. R. DE, ROSA P. S., GUIDONI A. L., ZANOTTO D. L., KERBER R. L. Utilização de farelo de canola em dietas para frangos de corte. **Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas** - Trabalhos de Pesquisa Avícola, 1998.

BUTLER, E. J.; FENWICK, G.R. Trimethylamine and fishy taint in eggs. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.38-51, 1984.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Agro Comunicação, 2002. 430p.

CAMPOS, D. M. B.; F. FILHO, D. E.; TORRES, K. A. A.; FURLAN, R. L.; MACARI, M. .Desenvolvimento da mucosa intestinal e a substituição do milho por sorgo na dieta de pintainhos de corte. **Revista de Ciências Veterinárias**, v. 5, p. 44-48, 2007.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola meal: Feed Industry Guide**. Canadian International Grains Institute, 4th edition, 2009. Disponível em: <<http://www.canolacouncil.org>>, acesso em: 23 de set. 2013.

CARMEAN, A.; REPETTO, M. **Toxicología Alimentaria**. 1.ed. Espanha: Diaz de Santos, 2006. 704p.

CARR, R. A. Rapessed Canola. In: World Conference proceedings edible fats and oils processing: basic principles and modern practices,1990, **Anais...** Proceeding Oil Chemists' Society, Champaing. p. 289-298. 1990.

CARRATÚ, B.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetale. **Annali del Istituto Superiori di Sanità.**, v.41, n.1, p.7-16, 2005.

CASARTELLI, E. M.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R.S.; LAURENTIZ, A. C.; ASSUENA, V.; PILEGGI, J.; MOREIRA, L.P.C. Utilização do farelo de canola em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 1, p. 95-103, 2007

CEPEA/ESALQ – Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” **Análise mensal do preço do farelo de soja**. Disponível em:< <http://cepea.esalq.usp.br/imprensa/?page=846> > , Acesso em 15 de nov. 2013.

CHIANG, G.;LU, W.; PIAO, X.; HU , J.; GONG , L.; THACKER, P. Effects of Feeding Solid-state Fermented Rapeseed Meal on Performance, Nutrient Digestibility, Intestinal Ecology and Intestinal Morphology of Broiler Chickens. **Asian-Aust. Journal Animal Sciences**, v.23, n.2, p. 263 – 271, 2010.

CIAS – Centro de Inteligência de Aves e Suínos – Embrapa. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=62 > Acesso em: 12 jul. 2013

COELHO,C.N.; BORGES, M. O complexo agroindustrial da avicultura. Disponível em: <http://www.agricultura.go.br> Acesso em: 10 de out. 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**, setembro 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2012.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento **Acompanhamento de Safra Brasileira de Grãos, Primeiro Levantamento**, outubro 2013/ Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2013.

CONTE A., TEIXEIRA A., FIALHO E., SCHOULTEN N., BERTECHINI A. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de

Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia** n.32, p.1147-1156, 2003.

CONTINI, E.; PENA Jr., VIEIRA,P. Seca norte-americana Preços agrícolas e implicações para o Brasil. **Política Agrícola**, n.1, p. 85-97, 2013.

COWIESON, A.J.; ACAMOVIC, T.; BEDFORD, M.R. The effects of phytase and phytic acid on the loss of endogenous amino acids and minerals from broiler chickens. **British Poultry Science**, n.45, p.101, 2004.

COWIESON, A.J.; RAVINDRAN, V.; SELLE, P.H. Influence of dietary phytic acid and source of microbial phytase on ileal endogenous amino acid flows in broiler chickens. **Poultry Science**, n. 87, p. 2287-2299, 2008.

DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. da; TOMM, G. O.; PIRES, J. L. F.; SANTI, A.; PASINATO, A.; SCHWEIG, E.; MÜLLER, A. L. **Zoneamento agroclimático de canola para o Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2008. 10 p. html. (Embrapa Trigo. Comunicado técnico online, 252). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co252.htm> Acesso em: 20 jul. 2013

DARI, L.R. Utilização da fitase na alimentação de aves. In: Conferência Apinco De Ciência e Tecnologia Avícolas, 1., 2004, SP. **Anais...**Santos, SP: FACTA. p. 127-143. 2004.

DOMENE, Maria. **Estudo do valor nutritivo mineral do farelo de arroz. Utilização do zinco, ferro, cobre e cálcio pelo rato em crescimento**. 1996. 104f. Tese (Doutorado em Ciência da Nutrição) - UNICAMP.

DOWNEY, R.; BELL,M. New developments in canola. In Canola and Rapessed: Production and Chemistry. **Nutrition and Processing Tecnology**, New York : Ed. Van Nostrand Reinhold, 1990. p. 37- 46.

DUARTE, K.; JUNQUEIRA,O.; BORGES, L.; SANTOS, E.; MARQUES, H.; QUADROS, T.; DOMINGUES, C. 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**, Santa Maria, v.13, p. 197-204, 2012.

ELKIN, R.; FREED, M.; HAMAKER,B.; ZHANG,Y.; PARSONS,C. Condensed tannins are only partially responsible for variations in nutrient digestibilities of sorghum grain cultivars. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, n. 44, p. 848-853, 1996.

FENWICK, G.R. The assessment of a new protein source - rapessed. **Proceedings of Nutrition Society**, n. 41, p. 277-288. 1982.

FIALHO, Flávio. **Disponibilidade de manganês do farelo de arroz para frangos de corte**. 1991. 156f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1991.

FIGUEIREDO, D. F.; MURAKAMI, A.; PEREIRA, M.; FURLAN, A.; TORAL, F. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados com farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1321-1329. 2003.

FRANCO, Fábio. **Efeito das variações térmicas na perda da umidade em carcaças de frango**. 2007.64p. Dissertação de mestrado (Ciência dos alimentos) - Universidade de São Paulo, São Paulo.

FURLAN, A. C.; MANTOVANI, C.; MURAKAMI, A.E.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C.; MARTINS, E. Utilização do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.30, p.158-164, 2001.

FURTADO, D.; CARVALHO,S.; LIMA, I.; COSTA, F.; SOUZA, J. Desempenho de frangos de alimentados com feno de maniçoba no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.6, p. 722 – 728, 2011.

FRANZOI, Elena. **Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farelo de canola**. 1996. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. 1996.

FRANZOI, E. E.; SIEWERDT, F.; RUTZ, F.; BRUM, P. A. R.; GOMES, P. C. Desempenho de Frangos de Corte Alimentados com Diferentes Níveis de Farelo de Canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.4, p. 683-689,1998.

FRANZOI, E.E.; SIEWERDT, F.; RUTZ, F.; BRUM, P. A. R.; GOMES, P. C. Composição de carcaça de frangos de corte alimentados com farelo de canola. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 337-342, 2000.

GARCIA, R.; MENDES, A.; ANDRADE, C.; PAZ, I.; TAKAHASHI, S.; PELÍCIA, K.; KOMIYAMA, C.; QUINTEIRO, R. Avaliação do desempenho e de parâmetros gastrintestinais de frangos de corte alimentados com dietas formuladas com sorgo alto tanino e baixo tanino. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, p. 1249 – 1257, 2005.

GRAF, E. Applications of phytic acid. **Journal of the American Oil Chemist's Society**, Champaign, v.60, n.11, p.1861-1867, 1983.

GONZALES, E.; SALDANHA, E. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 2001, Goiânia. **Anais do...** Goiânia, 2001.

GOPINGER, Edenilse. **Farelo de canola na dieta de frangos de corte: desempenho, qualidade de carcaça e de carne**. 2013. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

HARLAND, B.F.; MORRIS, E. Phytate: A good a bad food component?. **Nutrition Research**, v.15, p.733-754, 1995.

HUALLANCO, Mônica. **Aplicação de um sistema de classificação de carcaças e cortes e efeito pós abate na qualidade de cortes de frango de corte criados no sistema alternativo**. 2004. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

INDEX MUNDI. Índice de preços de matérias-primas agrícolas. Disponível em: <<http://www.indexmundi.com/pt/pre%27os-de-ercado/?mercadoria=%27ADndice-de-pre%27os-de-mat%27arias-primas-agr%27colas>> Acesso em: 20 de nov. de 2013.

IPEADATA- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>> Acesso em 10 de jul., 2013.

IRANI, M.; ILIA,N.; YOUSEFIAN, M.; ABEDI, H. GHARAVEYSI, S. Canola meal as a source of feedstuff in formulated diets for broiler production after incorporation with digestive enzymes. **The Indian Journal of Animal Sciences**. v.82, p:146-157, 2012.

ITO, N. M. K; **Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinal**. In: MIJAYI, C. I.; LIMA, E. A.; OKABAYASKI, S. Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA, Fundação Apinco de Ciências e Tecnologia Avícolas, 2004. cap. 13, p. 207-215:

JANSMAN, A.J.M. Tannins in feedstuffs for simple-stomached animals. **Nutrition Research Reviews**, n.6, p.209-236, 1993.

JOHNSON, R. ; KARUNAJEEWA, H. The effects of dietary minerals and electrolytes on the growt and physiology of the young chick. **Journal of Nutrition**, v.115, p.1680-1690, 1985.

KHAJALI, F.; TAHNASEBI, H.; HASSANPOUR, M. R.; AKBARI, D.; QUJEQ, R.F. WIDEMAN, M. Effects of supplementation of diets based on canola meal with arginine on performance, plasma nitric oxide, and carcass characteristics of broilers grown cut at high altitude. **Poultry Science**, v.90, p:2287-2294, 2011.

KIMURA, E. Glândula Tireoide In: **Fisiologia**. 4º ed., Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p.1055- 1079, 2012.

KHAJALI, F.; SLOMINSKI., B. A. Factors that affect the nutritive value of canola meal for poultry. **Poultry Science**. v.91, p. 2564–2575, 2012.

KOCHER, A.; CHOCT, A.; MORRISROE, L; ROZ, J. **Effects of enzyme supplementation on the replacement value of canola meal for soybean meal in broiler diets**. Australian Journal Agricultural Research, v.52, p. 447-452, 2001.

KRACHT, W.; DÄNICKE, S.; KLUGE, H.; KELLER, K.; MATZKE, W.; HENNING, U., SCHUMANN, W. Effect of dehulling of rapeseed on feed value and nutrient

digestibility of rape products in pigs. **Archives Animal Nutrition**. v.58, p.389–404, 2004

LEANDRO, L.S.M.; CUNHA, W.C.P.; STRINGHINI, J.H. et al. Influência do peso inicial de pintos de corte sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos e a viabilidade econômica da produção. **Revista Brasileira. Zootecnia**, v.35, p.2314-2321, 2006.

LEESON, S.; ATTEH, J. O.; SUMMERS, J.D. The replacement value of canola meal for soybean meal in poultry diets. **Canadian Journal Animal Science** v. 67, p.151–158, 1987

LESLIE, A.; SUMMERS, J.; GRANDHI, R.; LEESON, S. Arginine-lysine relationship in rapeseed meal. **Poultry Science**, v. 55, p.631-637, 1976.

LIMA G.; VIOLA E. Ingredientes energéticos: trigo e triticale na alimentação animal. In: Simpósio Sobre Ingredientes Na Alimentação Animal, 1., 2001, SP. **Anais...** Campinas, SP: CBNA. p.33-61. 2001.

LOPES, Irani. **Uso de antioxidante nos farelos da castanha de caju e de coco na alimentação de aves**. 2007. 131p. Tese (doutorado). Universidade Federal da Ceará, Fortaleza.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP. 2002, 375 p.

MACLEOD, M.G. Effects of amino acid balance and energy: protein ratio on energy and nitrogen metabolism in male broiler chickens. **British Poultry Science**, Abingdon, v.38, p. 405-411, 1997

MAIORKA, A.; LECZNIESKI, J.; BARTELS, H.A. et al. Efeito do nível energético da ração sobre o desempenho de frangos de corte de 1 a 7, 7 a 14 e 14 a 21 dias de idade. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS – PRÊMIO LAMAS DE PESQUISA AVÍCOLA, 1997, Campinas. **Anais do.....** Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1997. p.18.

MAIORKA, A.; SILVA, A.; SANTIN, E.; BORGES, S.; BOLELI, I.; MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, p.487-490, 2000.

MANSOORI, B.; ACAMOVIC, T. The effect of tannic acid on the excretion of endogenous methionine, histidine and lysine with broilers. **Animal Feed Science Technology**. v.134. p.198–210. 2007.

MAWSON, R.; HEANY, Z.; ZDUNCZYK, H.; KOZLOWSKA, H. **Rapeseed meal glucosinolates and their antinutritional effects: Animal growth and performance**. Die Nahrung, v. 37, p. 336-344. 1994.

MENDES, L.; KISS, J.; VELOSO, T. Custos espremem margens em aves e suínos no Brail. Valor econômico. 2012. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/empresas/2748688/custos-espremem-margens-em-aves-e-suinos-no-brasil>> Acesso em 14 out. de 2013.

MCNEILL, L.; BERNARD, A.; MACLEOD, M. Food intake, growth rate, food conversion and food choice in broilers fed on diets high in rapeseed meal and pea meal with observations of the resulting poultry meat. **British Poultry Science**, v. 45, p. 519-523. 2004

MIKULSKI, D.; JANKOWSKI, J.; ZDUNCZYK, Z.; JUSKIEWICZ, J.; SLOMINSKI, B. The effect of different dietary levels of rapeseed meal on growth performance, carcass traits, and meat quality in turkeys. **Poultry Science**, v. 91, p. 215–223, 2011

MILLER, R. Assessing consumer preferences and attitudes toward meat and meat products. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, SP, v. 6, p.67-80, 2003.

MIN, Y.; WANG, Z.; COTO, C.; YAN, F.; CERRATE, S.; LIU, F.; WALDROUP, W. Evaluation of Canola Meal from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.10, n.10, p. 782-785, 2011.

MITARU, B.; BLAIR, R.; BELL, J.; REICHERT, R. Tannin and fiber contents of rapeseed and canola hulls. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 62, p.661–663, 1982.

MONGIN, P. Recent advances in dietary cation-anion balance: applications. In: Poultry Proceedings Nutrition Society, 1981, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: n.i., 1981. V.40, p.285-294.

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

MORAES, P.; LISBOA, V.; NUNES, J.; NOVELINI, L.; XAVIER, E.; RUTZ, F. In: Canola. **Alimentos Alternativos para aves e suínos**. 1ed. Pelotas: Cópias Santa Cruz Ltda. 2013. p. 123-165.

MOREKI, J.; KEKEMOGILE, J. Bone Development in Guinea Fowl Fed Diets Containing Three Cereal Grains as Sources of Energy up to 12 Weeks of Age. **Journal of Animal Production Advances**, v.2, p. 365-372, 2012.

MURAKAMI, A.; SOUZA, L.; MASSUDA, E.; ALVES, F.; GUERRA, R.; GARCIA, A. Avaliação econômica e desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de milho em substituição ao milho. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 1, p. 31-37, 2009

NASEEM, M.; KHAN, S.; YOUSAF, M. Effect of different levels of canola meal on broiler production performance during two phases of growth. **Pakistan Vet. Journal**, v. 26, n.3, p. 129-134, 2006.

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

NASCIMENTO, A.H. **Avaliação química e energética do farelo de canola e sua utilização para frangos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 59p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

NASCIMENTO, A.; GOMES, P.; ROSTAGNO, H.; ALBINO, L.; GOMES, M.; RUNHO, R. Uso de farelo de canola em rações para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27,n. 6, p. 1168-1176, 1998.

NEWKIRK, R.; CLASSEN, H.; SCOTT, T.; EDNEY, M. 2003. The digestibility and content of aminoacids in toasted and non-toasted canola meals. **Journoul Animal Science**, n.83, p. 131-139, 2003.

NUNES, V.N. Fatores antinutricionais dos ingredientes destinados aa alimentação animal. In: Simpósio sobre Ingredientes na Alimentação Animal, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Universidade Federal de Viçosa, p.235-266, 2001.

NWOKOLO, M.; SIM, J. Barley and full-fat canola seed in layer diets. **Poultry Science**, v.68, p.1485-1489, 1989.

NYACHOTI, C.M.; ATKINSON, J.L.; LEESON, S. Sorghum tannins: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.53, p.5-21, 1997

OBERLEAS, D. Phytates. In: Toxicants Occurring Naturally in Foods, 1973, Washintogton, D.C. **Proceedings...** National Academy of Sciences, Washington, D.C. p. 363, 1973.

OETTING, L.; UTYAMA, C.E.; GIANI, P.; RUIZ, U.; RUIZ, U.; MIYADA, V. Efeitos De extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente e o desempenho a morfometria dos ógãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, p. 1389-1397, 2006.

OLIVEIRA NETO, A. R.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R.A.; CARMO, H. M. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia, Brasília**, v. 29, n. 4, p. 1132-1140, 2000.

OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p.292-300, 2009.

PEDERSSETTI, M. M. **Análise dos efeitos da temperatura e pressão na extração supercrítica do óleo essencial de canola com dióxido de carbono supercrítico e n-propano pressurizado**. 2008. 90f. Dissertação (Mestrado em Engenharia química) - Unioeste, Toledo.

PENA, S.M.; CARVALHO, T.A.; ROCHA, C.M. Farelo de Canola na Alimentação de Suínos e Aves. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.7, n.3, p. 1254- 1268, 2010.

PINCHASOV, Y. Relationship between the weight of hatching eggs and subsequent early performance of broiler chicks. **British Poultry Science**, v.32, p.109-115, 1991.

POTENÇA, A.; MURAKAMI, A.; MATSUSHITA, M.; VISENTAINER, J.; FURLAN, C. Perfil lipídico e maciez da carne de coxa e sobrecoxa de frangos de corte alimentados com rações contendo diferentes fontes lipídicas. **Revista Brasileira em Zootecnia**, v.39, n.8, p.1774-1783, 2010.

POUR-REZA, J.; EDRISS, M. Effects of dietary sorghum of different tannin concentrations and tallow supplementation on the performance of broiler chicks. **British Poultry Science**, v.38, p.512-517, 1997.

RACHID, M.A.; NUNES, V.A.; SERAKIDES, R.; NASCIMENTO, J. Histomorfometria e função da tireoide de frangos de corte após a ingestão de oxina T-2 de *Fusarium sporotrichioides*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 53, p. 66-70, 2001.

RATH, N. C.; BALOG, J. M.; HUFF, G. R. Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibia of seven- and seventy-two-week-old male and female broiler breeder chickens. **Poultry Science**, v. 78, n. 8, p. 1232-1239, 1999.

ROSE, S.P. The use of whole wheat in poultry diets. **World's Poultry Science Journal**, v.5, p.59-60, 1996.

ROSTAGNO, Horácio et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos (composição de alimentos e exigências nutricionais)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2011. 252p.

SELLE, P.H.; RAVINDRAN, V.; BRYDEN, W.L.; SCOTT, T.A. Influence of dietary phytate and exogenous phytase on amino acid digestibility in Poultry: A review. **Journal of Poultry Science**, v.43, p. 89-103, 2006.

SHARIF, M.; SHAHZAD, M.; REHMAN, S.; KHAN, S.; ALI, R.; KHAN, M.; KHAN, K. Nutritional evaluation of distillery sludge and its effect as a substitute of canola meal on performance of broiler chickens. **Asian Australian Journal Animal Science**, v.25, p: 401-409, 2012.

SIERRA, I. **Produccion de cordero joven y pesado enlaraza**. Raza Aragonesa. I.P.G.E., n. 18, 28p., 1973.

SILVA, A.; BORGES, I.; NEIVA J.N.; RODRIGUEZ, N.; SALIBA, E. O.; MORAIS, S. Valor nutritivo do farelo de coco em ovinos-digestibilidade da fibra, 2007, João Pessoa, PB. **Anais...** III Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte João Pessoa: Paraíba, Brasil, 2007.

SILVA, D.J; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2004. 235p.

SILVA, J.H.V.; ALBINO, L.F.T.; GODOI, M.J.S. Efeito do extrato de urucum na pigmentação da gema dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1435-1439, 2000

STANAČEV, V.; MILIĆ, S.; MARJANOVIĆ, A.; STANAČEV, V.; MILOŠEVIĆ, N.; PUVAČA, N. Rapeseed meal in non-ruminant nutrition, **Macedonian Journal of Animal Science**, vol. 3, p. 69–73, 2013.

STEFANSSON, B.R. The development of improved rapeseed cultivars. In: High and low erucic acid rapeseed oils. 1983, Don Milis, Ontario. **Proceedings...** Academic Press Canada, p. 144-159, 1983.

STONE, H.; SIDEL, J.L. Quantitative descriptive Analysis: developments, applications and the future. **Food technology**. V. 52, n.8, p. 48-52, 1998.

STRINGHINI, J.; ANDRADE, M.; ROSA, R.; ANDRADE, M.; LEANDRO, N.; CAFÉ, M.; GONZALES E. Nível de proteína bruta e balanço de aminoácidos essenciais da ração pré-inicial (1 a 7 dias) de pintos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, v.3, n.1, p. 21-30, jan/jun, 2002.

SUMMERS, J. Canola meal and acid-base balance. **Animal Feed Science Technology**, v. 53, p. 109–115, 1995.

SUMMERS, J.; SPRATT, D.; BEDFORD, M. Sulfur and calcium supplementation of soybean and canola meal diets. **Canadian Journal Animal Science**, v.72, p. 127–133, 1992.

TARAZ, Z.; JALALI, S.; RAFEIE, F. Effects of Replacement of Soybean Meal with Rapeseed Meal on Organs Weight Some Blood Biochemical Parameters and Performance of Broiler Chicks. **International Journal of Poultry Science**, v.5, p. 1110-1115, 2006.

TARDIN, A.B. Visão nutricional dos problemas locomotores em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: APINCO, 1995, p.71-83.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. POA: Faculdade de Agronomia/UFRGS, 1995.

TEIXEIRA, A.S. **Exigências nutricionais de zinco e sua biodisponibilidade em sulfatos e óxidos de zinco para pintos de corte**. 1994. 172 f. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

TOMM, G.O. Canola: alternativa de renda e benefícios para os cultivos seguintes. **Revista Plantio Direto**, v. 15, n.94, p. 4-8. Jul./ago. 2006.

TOMM, G. O. Uma nova fase do cultivo no Brasil: produção com seguro e todo o suporte ao produtor. **Revista Plantio Direto**, maio/junho, 2008.

TOMM, G.O.; WIETHÖLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 41p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 113). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do113.htm>.

TON, A. P. S.; FURLAN, A. C.; MARTINS, E. N.; TOLEDO, J. B.; SCHERER, C.; CONTI, A. C. M. Exigências de lisina digestível e de energia metabolizável para codornas de corte em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 40, n. 3, p. 593-601, 2011.

TRIPATHI, M. K., AND A. S. MISHRA. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science Technology**. v.132, p. 1–27. 2007.

UBABEF- União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**. 2013.

UNI Z.; FERKET, R. P. Methods for early nutrition and their potential. **Poultry Science**, Champaign, v. 60, n. 1, p. 101-111, 2004.

URBANO, Tiago. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente**. Dissertação de mestrado em Zootecnia – Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, 2006.

VENTURINI K.S.; SARCINELLI M.F.; SILVA L.C. Características da carne de frango. **Boletim Técnico**. PIE-UFES. 2007.

VIEIRA, M. **Qualidade de carcaça em Frangos de corte. 2004. 28p Trabalho de conclusão de curso** (Faculdade de Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

VIEIRA, S.L.; MORAN JR., E.T. Broiler yields using chicks from extremes in breeder age and dietary propionate. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p.320-327, 1998.

VIEIRA, H.B.; BUSCHINELLI, C.; RAMOS, N.P.; TOMM, G.O.; FONTES, L.P.; RODRIGUES, I.A. Gestão ambiental em propriedade rural dedicado a Produção de canola para geração de biodiesel na região de passo fundo (RS). **Anais... 5º Congresso Internacional de Bioenergia**. Curitiba-PR, 2010

VIEITES, F.M.; MORAES, G.H.K.; ALBINO, L.F.T.; ROSTAGNO, H.; DONZELE, J.; VARGAS, J.; ATENCIO, A. Balanço Eletrolítico e Níveis de Proteína Bruta sobre Parâmetros Sanguíneos e Ósseos de Frangos de Corte aos 21 Dias de Idade. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v.33, p.1520-1530, 2004.

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

XU , F.; ZENG, X.; DING, X. Effects of replacing soybean meal with fermented rapeseed meal on performance, serum biochemical variables and intestinal morphology of broilers. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 25. n 12. 2012.

YAPAR, Z.; CLANDININ, D. Effect of tannins in rapeseed meal on its nutritional value for chicks. **Poultry Science**, v.51, p.222–228. 1972.

WIGHT, P.A.; SHANNON, D.W. The morphology of the thyroid glands of quails and fowls maintained on diets containing rapeseed. **Avian Pathology**, v.14, p. 383-399, 1985.

WOOD, J.; RICHARDSON, R.; NUTE, G.; FISHER, A.; CAMPO, V.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: A review. **Meat Science**. v. 66, p.21–32, 2003.

ZIMMERMANN, Juliana. Cultivo da Canola como alternativa de safrinha no Distrito Federal. **Boletim técnico**. UPIS- Faculdades Integradas, Departamento de Agronomia, Planaltina, Distrito Federal, Junho de 2005.

ANEXOS

Anexo A – Ficha de avaliação para a análise sensorial

| <i>Data</i> | <i>Sessão</i> | <i>Prato</i> | <i>Deg</i> |
|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------|
| | | | |
| Intensidade de cor | | | |
| Intensidade de odor caract. | | | |
| Intensidade de odor a gordura | | | |
| Intensidade de odor estranho | | | |
| <hr/> | | | |
| Intensidade de sabor caract. | | | |
| Intensidade de sabor estranho | | | |
| Intensidade de sabor residual | | | |
| <hr/> | | | |
| Intensidade de dureza | | | |
| Intensidade de suculência | | | |
| Intensidade de fibrosidade | | | |
| Avaliação Global | | | |
| OBSERVAÇÕES | | | |
| | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | |