

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS  
Programa de Pós- Graduação em Zootecnia



Dissertação

**Farelo de canola na dieta de frangos de corte:  
desempenho, qualidade de carcaça e de carne**

**Edenilse Gopinger**

Pelotas/ RS, 2013

**Edenilse Gopinger**

**Farelo de canola na dieta de frangos de corte:  
desempenho, qualidade de carcaça e de carne**

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: Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll

Co - orientador: Prof. Ph.D. Eduardo Gonçalves Xavier

Pelotas, 2013

Dados de catalogação na fonte:  
( Marlene Cravo Castillo – CRB-10/744)

G659f Gopinger, Edenilse

Farelo de canola na dieta de frangos de corte: desempenho, qualidade de carcaça e de carne / Edenilse Gopinger; orientador Victor Fernando Büttow Roll; co-orientador Eduardo Gonçalves Xavier. Pelotas, 2013.-123f. : il.- Dissertação (Mestrado ) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2013.

1.Avicultura 2.Alimentos alternativos 3 Digestibilidade  
4.Nutrição I. Roll, Victor Fernando Büttow (Orientador) II. Título.

CDD 636.5084

### **Banca examinadora**

Prof. Dr. Victor Fernando Büttow Roll (Presidente/ UFPEL)

Profa. Dra. Débora Cristina Nichelle Lopes (UNIPAMPA – Campus Uruguaiana)

Prof. Ph.D. Fernando Rutz (UFPEL)

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

## **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. Dr. Victor Fernando Büttow Roll, pela orientação, amizade, apoio, paciência e confiança durante a realização deste trabalho. Muito Obrigado!

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Xavier, pela orientação, ensinamentos, dedicação, por auxiliar em meu crescimento profissional e pessoal. Muito Obrigado!

Ao pesquisador da Embrapa (CNPISA) Dr. Valdir da Silveira Ávila, pela amizade e oportunidades.

Aos meus pais Etelvino e Irene, pelo amor, carinho, dedicação e ensinamentos que me deram, pelo apoio incondicional para realização de meus sonhos. AMO VOCÊS!

Aos meus irmãos Evandro e Edinéia que sempre estiveram torcendo por mim.

Às minhas colegas da Pós-graduação, Aline, Aiane, Angelina, Raquel, Martha, Priscila pela amizade e companheirismo.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia Norma, Graziela, Ana, André e Seu Juca pela ajuda e convivência.

A Profa. Ana Paula Nunes e a Pós-Doutoranda Jaqueline Lemes pela ajuda, paciência e orientação na realização das análises. OBRIGADA!

Ao Prof. Rui Zambiasi, pela disponibilidade do laboratório.

Aos alunos do grupo GEASPEL por toda a ajuda prestada durante o experimento e atividades laboratoriais.

Enfim, agradeço de coração a todos que direta ou indiretamente torceram por mim em mais esta etapa da minha vida... **Muito obrigada por tudo!**

*“Nada grande na vida é alcançado sem entusiasmo. Os ganhadores fazem acontecer e os perdedores esperam que aconteça”.*

*Autor desconhecido!*

## Resumo

GOPINGER, Edenilse. **Farelo de canola na dieta de frangos de corte: desempenho, qualidade de carcaça e de carne**. 2013. 66f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

O farelo de canola tem sido estudado como uma fonte proteica alternativa ao farelo de soja em dietas para não ruminantes. Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes níveis de farelo de canola nas dietas de frangos de corte sobre o desempenho zootécnico, características de carcaça, coeficiente de digestibilidade, composição centesimal da carne, qualidade da carne (instrumental e sensorial) e morfometria duodenal. Foram alojados 320 frangos machos da linhagem Cobb, com um dia de idade, até os 35 dias. As aves foram distribuídas ao acaso em um delineamento completamente casualizado, contendo cinco níveis de farelo de canola (T1 - 0%, T2 - 10%, T3 - 20%, T4 - 30% e T5 - 40%) em substituição ao farelo de soja, e oito repetições com oito 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 inclusão de canola com exceção na análise sensorial foi utilizada análise de regressão polinomial. Para análise sensorial foi aplicado análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Em geral, as variáveis de ganho de peso e o peso médio das aves tiveram um comportamento quadrático nas diferentes idades estudadas e reduziram com a inclusão de 40% de canola na dieta. O aumento nos níveis de farelo de canola promoveu uma redução linear no rendimento do peito aos 35 dias de idade. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e do extrativo não nitrogenado reduziram linearmente com o aumento na inclusão de farelo de canola. A composição centesimal da perna não foi afetada, porém no peito houve um aumento da matéria seca, aumento do extrato etéreo e redução da umidade e das cinzas com o aumento do nível de farelo de canola. Com a inclusão de canola houve redução na intensidade de cor amarela da carne. Na análise sensorial a única diferença encontrada foi para o sabor residual da carne no nível de 30% de inclusão. Na morfometria intestinal foi observado um efeito quadrático decrescente até o nível de 20% de inclusão de farelo de canola na dieta para altura de vilosidades. Em conclusão, o farelo de canola pode ser incluído em até 20% na dieta de frangos de corte sem afetar nenhuma das variáveis de interesse zootécnico.

Palavras-chaves: Alimentos Alternativos. Avicultura. Digestibilidade. Nutrição.

## Abstract

GOPINGER, Edenilse. **Canola meal in diets for broilers: performance, carcass quality and meat**. 2013. 66f Thesis (Master Degree) – Animal Sciences Graduate Program. Federal University of Pelotas – Pelotas City – Rio Grande do Sul State – Brazil.

Canola meal has been studied as an alternative protein source to soybean meal in diets for non-ruminants. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of different levels of canola meal in broiler diets on growth performance, carcass traits, digestibility, chemical composition of meat, meat quality (sensory and instrumental) and duodenal morphometry. Three hundred and twenty broilers, Cobb strain, were housed with one day old until 35 days, and were allotted to a completely randomized design with five levels of canola meal (T1 - 0%, T2 - 10%, T3 - 20%, T4 - 30% and T5 - 40%) in place of meal soybeans, and eight replicates of eight birds each. The basal diets were formulated based on corn and soybean meal, meeting the requirements of the birds. To evaluate the effect of inclusion levels of canola, except in sensory analysis, was used polynomial regression analysis. Sensory analysis was applied to analysis of variance and means were compared by Tukey test. In general the variables of weight gain and the average weight of the birds had a quadratic behavior in the different age groups and decreased with the addition of 40% canola meal. Increased levels of canola meal promoted a linear decrease in the yield of the chest at 35 days of age. The apparent digestibility of dry matter, crude protein and non-extractable nitrogen decreased linearly with increasing inclusion of canola meal. The chemical composition of the leg was not affected, but the chest was an increase in dry matter, ether extract increased and decreased moisture and ash with increasing levels of canola meal. With the inclusion of canola decreased intensity of yellow color of the meat. In sensory evaluation the only difference was found for the residual flavor of meat in 30% level of inclusion. In intestinal morphology was observed a quadratic effect until the 20% level of inclusion of canola meal in the diet for villi height. In conclusion canola meal can be included into 20% in the diet of broilers without affecting any of the variables of interest husbandry.

Key-words: Alternative Food. Digestibility. Nutrition. Poultry.



## Lista de figuras

Figura 1 - Efeito dos níveis de farelo de canola sobre o ganho de peso diário .....	38
Figura 2 - Efeito dos níveis de farelo de canola sobre o peso médio das aves.....	38
Figura 3 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca na dieta de frangos alimentados com farelo de canola .....	51
Figura 4 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta de frangos alimentados com farelo de canola.....	51
Figura 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do extrativo não nitrogenado de frangos alimentados com farelo de canola .....	52

## Lista de tabelas

Tabela 1- Composição química do farelo de canola e do farelo de soja .....	18
Tabela 2- Composição Nutricional das dietas experimentais (%) .....	27
Tabela 3- Desempenho de frangos de corte alimentados com farelo de canola.....	36
Tabela 4 - Peso e rendimento da carcaça de frangos alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade. ....	40
Tabela 5 - Biometria de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 dias de idade .....	42
Tabela 6 - Biometria de vísceras não comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28,35 dias de idade.....	45
Tabela 7 - Análise morfométrica da altura de vilosidade e profundidade de cripta duodenal de frangos alimentados com farelo de canola. ....	49
Tabela 8 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e extrativo não nitrogenado (ENN) de dietas de frangos de corte alimentados com farelo de canola.....	50
Tabela 9 - Composição centesimal da carne da perna (coxa e sobre coxa) de frangos alimentados com farelo de canola .....	53
Tabela 10 - Composição centesimal da carne do peito de frangos alimentados com farelo de canola.....	54
Tabela 11 - Características instrumentais de carne de frangos alimentados com farelo de canola.....	56
Tabela 12 - Características sensoriais da carne de frangos de corte alimentados com farelo de canola.....	57

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	15
2.1 Canola.....	15
2.2 Processamento da canola.....	16
2.3 Farelo de canola .....	17
2.4 Uso do farelo de canola na alimentação de aves.....	20
3. Material e Métodos.....	24
3.1 Local e período experimental .....	24
3.2 Instalações e equipamentos.....	24
3.3 Animais .....	25
3.4 Delineamento experimental.....	25
3.5 Tratamentos .....	25
3.6 Variáveis analisadas .....	28
3.6.1 Desempenho zootécnico .....	28
3.6.2 Avaliação das características de carcaça e de biometria de órgãos.....	28
3.6.3 Análise morfométrica da mucosa intestinal.....	29
3.6.4 Digestibilidade .....	30
3.6.5 Análise centesimal da carne .....	31
3.6.6 Análise instrumental.....	31
3.6.7 Análise sensorial.....	32
3.6.8 Análise estatística .....	33
4. Resultados e Discussão .....	34
4.1 Desempenho zootécnico.....	34
4.2 Características de carcaça e de biometria de órgãos .....	39
4.3 Análise morfométrica da mucosa intestinal .....	48
4.4 Digestibilidade.....	50
4.5 Análise centesimal da carne .....	53
4.6 Análise instrumental.....	55
4.7 Análise sensorial .....	56
5. Conclusão.....	59
6. Referências bibliográficas.....	60
Anexo 1- ficha análise sensorial.....	66

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frangos de corte, ficando atrás apenas da China e dos EUA, apresentando uma produção de carne de 13,058 milhões de toneladas em 2011, com crescimento de 6,8% em relação a 2010, quando foram produzidas 12,230 milhões de toneladas (UBABEF, 2012).

Do volume total de frangos produzidos, 69,8% foi destinado ao consumo interno e 30,2% para exportações, assim tornando o Brasil o maior exportador mundial de carne de frango, com 3,942 milhões de toneladas exportadas em 2011. O Oriente Médio se manteve como a principal região de destino da carne de frango brasileira, seguido de Ásia, África, União Européia (UBABEF, 2012).

Além disso, o consumo de carne vem aumentando nos últimos anos no Brasil, apresentando consumo per capita de 47,38 kg em 2011, com um acréscimo de 58,4% em relação a 2000, quando o consumo per capita foi de 29,91 kg.

Com isso, a avicultura é uma das atividades de produção animal que mais se desenvolveu nos últimos anos, quantitativa e qualitativamente, sendo a genética, o manejo e a nutrição os principais responsáveis. Com essas inovações, aumentou a preocupação quanto à redução no custo do sistema de criação. Assim, há maior busca por alimentos que atendam as exigências nutricionais e que sejam economicamente viáveis (BRUM JR, 2006).

A nutrição tem considerável contribuição no avanço da avicultura e na redução dos custos de produção, objetivando assim melhorar a composição e qualidade das carcaças de aves, e o desempenho zootécnico das aves (BARBOSA et al, 2001). Nos custos totais da produção avícola a alimentação representa em torno de 70%, assim uma maior lucratividade depende, em parte, de alternativas diminuam esses custos. Dessa forma, a busca por alimentos alternativos vem sendo cada vez mais estudada para demonstrar sua viabilidade na produção, proporcionando bom desempenho das aves, redução dos custos de alimentação e maior lucratividade ao produtor.

No Brasil, os principais ingredientes utilizados na alimentação de frangos são milho e soja. A disponibilidade de grãos de baixo preço e boa qualidade é um fator imprescindível na redução dos custos de produção de frangos. A viabilidade da produção de carne torna-se competitiva devido ao baixo custo da matéria prima das rações.

No entanto, parte do milho e da soja está sendo destinada para a produção de etanol e biodiesel, fazendo com que aumente o custo destes ingredientes no mercado, aumentando a necessidade de utilização de alimentos alternativos na alimentação animal (BRUM JR, 2009). Neste sentido, vários ingredientes não convencionais têm sido estudados. Entretanto, dos principais alimentos utilizados como substitutos ao farelo de soja, poucos são de origem vegetal.

Um dos ingredientes que vem sendo testado como alternativa para substituir, em parte ou em todo, o farelo de soja nas rações é o farelo de canola. A sua utilização começou a ser estudada nos últimos anos no Brasil, e ainda apresenta resultados variáveis, quanto ao seu melhor nível de inclusão nas dietas de aves.

O farelo de canola, que é um produto resultante da moagem das sementes de canola após a extração do óleo para o consumo humano, possui baixos teores de glucosinolatos e ácido erúxico, substâncias antinutricionais que afetam o desempenho das aves (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009). Além disso, por ser uma fonte proteica apresenta em torno de 34 a 37% de proteína bruta. Porém possui elevado teor de fibra bruta (11,20%) e 1692 kcal/kg de energia metabolizável para aves (ROSTAGNO et al, 2011).

A implementação de novas tecnologias em avicultura de corte não está limitada em apenas alterar a 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).

Além disso, o crescimento e a sofisticação do mercado consumidor de carne de frangos e a concorrência em nível mundial exigem uma melhoria constante na eficiência e produtividade no segmento da indústria.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola em dietas de frangos de corte machos, sobre o desempenho produtivo, características de carcaça, biometria de órgãos, coeficiente de digestibilidade, composição centesimal da carne, análise instrumental e sensorial da carne, e análise morfométrica duodenal.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Canola

A canola (*Brassica napus* L. var oleífera) é uma oleaginosa de inverno, indicada para rotação de cultura, para diversificação agrícola e como cobertura vegetal durante o inverno (BERTOL e MAZZUCO, 1998; ZIMMERMANN, 2005; DALMAGO et al, 2008; TOMM, 2008). A cultura de canola representa uma opção para os sistemas de cultivo que predominam no sul do Brasil, sendo uma das melhores alternativas de cultivo de inverno e geração de renda (MARCHIORI JR. et al, 2002).

A canola foi desenvolvida a partir do melhoramento genético da colza, realizada no Canadá através de pesquisas desenvolvidas para diminuir os seus fatores antinutricionais, pois os grãos apresentavam elevados teores de ácido erúxico e de glucosinolatos. Como resultado deste processo de seleção obteve-se um grão com baixos níveis de ácido erúxico no óleo (menos que 2%) e baixos níveis de glucosinolatos no farelo (menos que 3mg/g). Assim, passou a ser chamada de Canola (Canadian oil low acid) (ZIMMERMANN, 2005; LEESON e SUMMERS, 2005; TOMM, 2006; TOMM et al, 2009).

Sendo a terceira maior *commoditie* mundial, 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 (VIEIRA et al., 2010). Os principais produtores desta oleaginosa são China, Índia, Canadá, União Europeia e a Austrália.

No Brasil a canola ainda é pouco cultivada, porém, é uma cultura com grande potencial para contribuir com a expansão do agronegócio brasileiro, por possuir grande valor sócio-econômico, possibilitando a produção de óleos vegetais no inverno e contribuindo para a otimização dos meios de produção (terra e equipamentos) (TOMM, 2006).

Segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2012), a produção de canola no Brasil aumentou 14,80% da safra de 2010 para a de 2012, com uma produção de 45,3 mil toneladas e 52 mil toneladas, respectivamente. Este aumento pode ser devido ao incremento do uso do óleo como biocombustível e do crescimento da produção dos subprodutos da canola, os quais podem ser utilizados para alimentação animal.

## **2.2 Processamento da canola**

Para a extração do óleo, a semente da canola passa por várias fases de processamento, para ficar limpa e com alto grau de pureza. A extração é realizada por processo mecânico e químico, com o uso de solventes. O óleo extraído é utilizado para consumo humano e para produção de biodiesel, obtendo-se o farelo como subproduto (PEDERSSETTI, 2008).

Nos dias atuais, há um interesse crescente no consumo do óleo de canola devido às informações sobre o benefício que esse óleo apresenta, uma alta concentração de gorduras insaturadas saudáveis (93%), pois possui maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados da família Ômega-3 (PEDERSSETTI, 2008).

Além disso, com a produção do biodiesel utilizando-se oleaginosas e com 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 das medidas que se tornaram obrigatórias, foi à mistura de 3% de biodiesel ao diesel de petróleo, o que demandou 840 milhões de litros de biodiesel. Em janeiro de 2013, essa obrigatoriedade passará a 5% e será necessário que 2,5 bilhões de litros de biodiesel sejam produzidos (BRASIL, 2005). Como isso aumentasse o incentivo à produção de canola no Brasil.



### 2.3 Farelo de canola

O farelo de canola é o produto resultante da moagem da semente de canola para extração do óleo e apresenta potencial para ser utilizado na alimentação animal.

Após a extração do óleo, o resíduo ou torta resultante, sofre um tratamento para remover o restante do solvente, aplicando vapor no farelo. O processo final e a secagem são feitos em caldeiras e o farelo emerge livre do solvente, contendo ainda 1,5% de óleo e uma umidade na faixa de 8 a 10% (VASCONCELOS, 1998). Depois de ser resfriado, o farelo é granulado com uma consistência uniforme, sendo então peletizado ou enviado para estocagem, estando pronto para comercialização, constituindo um alimento alternativo proteico de alta qualidade que pode ser utilizado na alimentação de aves, suínos, peixes, ovinos e bovinos (SIERRA, 2011).

Como a maioria dos subprodutos industriais, o farelo de canola apresenta uma grande variabilidade na sua composição e no seu valor nutricional, em função do tipo de processamento sofrido, diferença entre cultivares e variedades (BERTOL e MAZZUCO, 1998). O farelo de canola contém mais fibra bruta e menos energia metabolizável (EM) do que o farelo de soja, conforme a tab. 1.

Segundo Rostagno et al (2011), o farelo de canola possui 37,97% de PB, 1,21% de extrato etéreo, 11,20% de FB, 24,48% de FDN e 2,05% de FDA, 0,56% de cálcio e 0,81% de fósforo total, mostrando também um valor de energia metabolizável para aves de 1692 kcal/kg.

O conteúdo de proteína bruta no farelo de canola está relacionado com o teor de óleo residual no farelo, que pode variar de 34 a 37%. E também influencia o valor energético do farelo de canola. Porém, os baixos valores de energia digestível e metabolizável encontrados no farelo devem-se principalmente aos altos níveis de fibra, que podem ser até três vezes maiores do que no farelo de soja (12,1% e 3,4%, respectivamente), pois as cascas da canola permanecem no farelo, totalizando aproximadamente 30% de sua composição (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009).

Além disso, o farelo de canola apresenta bom perfil de aminoácidos, muito semelhante a outras fontes de proteína vegetal, porém a quantidade de lisina é limitada (menor) e apresenta alto nível de metionina e cistina, conforme a tab. 1.

Tabela 1- Composição química do farelo de canola e do farelo de soja

	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
Fibra bruta (%)	11,20	5,30
Cinza (%)	5,83	5,83
EM 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).

A canola foi desenvolvida para apresentar níveis de ácido erúico e glucosinolatos reduzidos, sendo que óleo deve conter menos de 2% de ácido erúico e o farelo deve conter menos de 30  $\mu$ moles/g de glucosinolatos, sendo este nível baixo o suficiente para não causar problemas para aves (BERTOL e MAZZUCO, 1998; LEESON e SUMMERS, 2005; KHAJALI e SLOMINSKI, 2012).

Com o desenvolvimento de novas culturas a quantidade de glucosinolatos vem sendo reduzida em 10 a 15%. Os indolilglucosinolatos representam cerca de 50% dos glucosinolatos. São precursores de tiocianato, que tem papel bociogênico

no farelo de canola e agem inibindo a síntese e secreção dos hormônios da tireoide (BERTOL e MAZZUCO, 1998; LEESON e SUMMERS, 2005).

Franzoi (1996), utilizando farelo de canola contendo 4,7  $\mu$ 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. Leeson et al (1987), encontraram a tolerância de até 11,6  $\mu$ mol/g de glucosinolatos para frangos de corte. Já Tripathi e Mishra (2007), relataram que acima de 8  $\mu$ mol/g de glucosinolatos na dieta houve redução no crescimento de frangos de corte.

Considerando que o nível máximo de glucosinolatos que podem ser incluído na dieta é de 4  $\mu$ mol/g, assim as dietas para frangos de corte podem conter mais que o atual recomendado que é de 20% de farelo de canola, sem produzir efeitos adversos devido aos glucosinolatos (KHAJALI e SLOMINSKI, 2012).

O nível de tanino na canola também pode ser relativamente alto, podendo variar entre 1,5% a 3% em algumas cultivares. Pesquisas têm demonstrado que o nível de taninos na canola tem pouca influência na utilização da proteína em dietas com níveis consideráveis do farelo (LEESON e SUMMERS, 2005). Além disso, de acordo com os mesmos autores o farelo de canola contém quantidade significativa de sinapina. Este componente para poedeiras gera gosto a peixe nos ovos. Este fato tem sido atribuído à produção de trimetilamina, um dos produtos da degradação da sinapina.

Nos últimos anos tem sido sugerido que o alto nível de enxofre no farelo de canola pode ser responsável por problemas de pernas (devido à interferência do enxofre na absorção do cálcio) e provocar redução no consumo de ração contendo farelo de canola. A canola apresenta 1,4% de enxofre, enquanto o farelo de soja apresenta 0,44% (LEESON e SUMMERS, 2005). A suplementação com cálcio poderia ajudar a minimizar o problema, mas é preciso ter cuidado, pois muito cálcio na dieta pode diminuir a ingestão de ração (KHAJALI e SLOMINSKI, 2012).

O enxofre é componente dos glucosinolatos, o que dá aroma picante aos vegetais, e estes compostos podem ser neutralizados com o cozimento ou fermentação (BERTOL E MAZZUCO, 1998).

## 2.4 Uso do farelo de canola na alimentação de aves

O farelo de canola começou a ser estudado nos últimos anos no Brasil e ainda apresenta resultados variáveis, quanto ao seu melhor nível de inclusão nas dietas de aves (NASCIMENTO et al, 1998).

Para utilizar o farelo de canola nas dietas de frangos de corte como fonte de proteína é importante levar em consideração alguns aspectos, como a sua utilização não deve apresentar efeitos indesejáveis sobre o ganho de peso, conversão alimentar e a palatabilidade da dieta.

Um dos primeiros estudos na região Sul do país com o farelo de canola foi realizado por Franzoi et al (1998), que testaram os níveis de 0, 10, 20, 30 e 40% de inclusão na dieta de frangos de corte, durante a fase inicial (0-21 dias de idade) e fase final de criação (22-42 dias de idade). Os autores verificaram que o farelo de canola causou uma redução no consumo, reduzindo o ganho de peso das aves na fase inicial. Porém, na fase final houve uma redução no consumo, mas que não afetou o ganho de peso e a conversão alimentar.

Já Brum et al (1998), testando os níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% de farelo de canola na dieta de frangos na fase inicial (1-21 dias), observaram que a substituição de até 40% não afetou o peso corporal e a conversão alimentar, porém houve um menor consumo nas dietas com farelo de canola quando comparadas ao controle. Aos 42 dias, a inclusão de canola afetou o peso corporal e o consumo de ração, sendo que o nível de 40% determinou maior consumo de ração e menor peso corporal. Dessa forma, os autores recomendaram um nível de substituição de até 30%, onde foi obtido uma melhor conversão alimentar.

Igualmente testando os níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% de farelo de canola na dieta de frangos, Nascimento et al. (1998), verificaram uma redução no ganho de peso e no consumo de ração ao aumentar a inclusão de farelo de canola. Os autores concluíram que a dieta contendo 40% de farelo de canola na fase final prejudicou o desempenho das aves, sendo considerada inviável, uma vez que contém altos níveis de óleo e inerte. Dessa forma, sugerem 30% como o melhor nível de inclusão de farelo de canola na dieta dos frangos. Já Ldress et al (1999), indicaram a utilização de até 10% de farelo de canola, pois acima disso afetou o desempenho de frangos de corte.

Porém, Figueiredo et al. (2003), também testando os níveis de inclusão de 0, 10, 20, 30 e 40% de farelo de canola na dieta de frangos na fase inicial observaram que o ganho de peso foi influenciado negativamente com a inclusão do farelo. Também observaram uma redução no peso médio das aves. Os autores indicaram a utilização de até 20% de farelo de canola em dietas iniciais para frangos de corte, o que induz a resultados satisfatórios para ambas as fases, baseados nos resultados de conversão alimentar para este período.

Estudos demonstraram a possibilidade de utilizar o farelo de canola na dieta de frangos de corte em até 30% sem afetar o desempenho, desde que as dietas sejam formuladas com base nos aminoácidos digestíveis (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009). Segundo este Conselho o farelo de canola também pode ser utilizado como fonte proteica para perus, sendo indicado a inclusão de no máximo 30% na fase de crescimento.

As dietas com farelo de canola promovem menor ganho de peso, porém geralmente a conversão alimentar é pouco afetada. Esta situação de redução do ganho não é devido à redução da disponibilidade de nutrientes, mas um efeito direto no apetite, resultando em redução no consumo de ração (LEESON E SUMMERS, 2005).

Os resultados apresentados por Min et al., (2011), indicaram que 25% de farelo de canola pode ser usado na alimentação de frangos sem qualquer efeito negativo sobre o desempenho, pois ao testarem diferentes níveis do farelo de canola (0%, 10%, 15%, 20% e 25%), não observaram efeito significativo do nível do farelo sobre o ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade em comparação com a dieta controle (farelo de soja). Payvastagan et al. (2012), também verificaram que o consumo de ração de frangos de corte não foi afetado pelo farelo de canola. Porém, o ganho de peso e a conversão alimentar foram prejudicados pela adição de 20% de farelo de canola, ao avaliarem os níveis de 0, 10 e 20% de substituição de farelo de soja pelo farelo de canola nas dietas de frangos de corte.

Os diferentes métodos de processamento, épocas de colheita, cultivares, entre outras, são alguns fatores responsáveis pela grande diversidade de resultados no desempenho de frangos de corte. No entanto, fatores antinutricionais como a presença de glucosinolatos e ácido erúxico não afetam o valor nutricional da canola (BERTOL E MAZZUCO, 1998).

De acordo com o Canola Council of Canada (2009), os baixos níveis de glucosinolatos que apresenta o farelo de canola não afetam a mortalidade e o consumo de ração de frangos de corte. Além disso, para utilização do farelo de canola na dieta não é desejável que ocorra redução no rendimento de carcaça, aumento no teor de gordura na carcaça, assim como prejuízos que a qualidade sensorial e instrumental da carne. De acordo com Franzoi et al (2000), o uso de farelo de canola não altera o peso vivo, o peso da carcaça e nem a quantidade de tecidos comestíveis produzidos e resulta em melhoria na qualidade da carcaça. Sendo este um indicativo de que a composição da proteína e o valor biológico do farelo de canola utilizado é comparável em qualidade à proteína do farelo de soja. 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 que os metabólitos da degradação do farelo de canola são direcionados para 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.

Para demonstrar o efeito da utilização do farelo de canola sobre o peso de órgãos, Taraz et al. (2006), avaliaram os níveis de 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de inclusão de 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 inclusão promoveu maior peso. Os autores justificaram que a hipertrofia do fígado pode ser atribuída a efeitos tóxicos do glucosinolatos.

Como na produção de frangos o principal produto final é a carne, para utilização do farelo de canola deve-se conhecer seus efeitos na qualidade da carne. Mikulski et al. (2011), testando 0, 60, 120 e 180g/kg de farelo de canola na dieta de perus em crescimento, observaram que a inclusão de 0, 60 e 120g/kg de farelo de canola não afetaram as características instrumentais da carne. Porém, com 180g/kg observou-se um aumento na perda por cocção, na maciez (redução na força de cisalhamento) e um aumento na intensidade da cor amarela na carne do peito.

Um outro fator importante a considerar é a consequência do farelo de canola sobre a mucosa intestinal. Assim, Figueiredo et al. (2003), testando níveis de inclusão de farelo de canola (0, 10, 20, 30 e 40 %) em dietas de frangos de corte com 21 dias de idade não verificaram diferenças ( $P < 0,05$ ) para as variáveis altura de

vilosidade e relação vilosidade:cripta observando que a integridade das vilosidades não foi prejudicada.

Estudo realizado por Chiang et al. (2010), não observaram diferença significativa na altura de vilosidades e profundidade da cripta do duodeno de frangos de corte aos 21 e 42 dias de idade, alimentados com dieta controle (sem farelo de canola), e mais duas dietas, sendo uma com farelo de canola fermentado e outra com farelo de canola não fermentado. No entanto, Xu et al. (2012), testaram a inclusão de 0, 5, 10, e 15% de farelo de canola fermentado na dietas de frangos de corte aos 42 dias, observaram uma maior altura de vilosidades com 10% de farelo de canola, sendo que não verificaram diferença significativa na profundidade da cripta.

Há na literatura um grande número de relatos de experimentos avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com farelo de canola (FRANZOI et al 1998; BRUM et al, 1998; LDRESS et al 1999; FIGUEIREDO et al 2003; CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009; LEESON E SUMMERS, 2005; MIN et al, 2011; PAYVASTAGAN et al, 2012). Porém, há poucas informações com relação à digestibilidade da canola fornecida aos frangos, bem como sobre o seu efeito na biometria de órgãos e vísceras comestíveis, como dados sobre histologia do intestino destes animais alimentados com farelo de canola. Além disso, são escassas as informações sobre o seu efeito na qualidade da carne.

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1 Local e período experimental**

O estudo foi conduzido no setor de Avicultura do Laboratório de Ensino e Experimentação Zootécnica Professor Dr. Renato Peixoto do Departamento de Zootecnia/Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, pertencente à Universidade Federal de Pelotas, no período de fevereiro a março de 2012, totalizando 35 dias.

#### **3.2 Instalações e equipamentos**

As aves foram alojadas com um dia de idade em baterias metálicas com piso de grade. Na primeira semana os comedouros eram do tipo prato e os bebedouros do tipo copo infantil. Para estimular o início do consumo, durante este período a higienização dos bebedouros foi realizada duas vezes ao dia, e o arraçoamento uma vez ao dia.

Após a primeira semana, passou-se a utilizar comedouros metálicos tipo calha externo a bateria e bebedouros tipo *nipple*, sendo dois por boxe, até os 21 dias de idade, e o arraçoamento uma vez ao dia, para estimular o consumo.

Após 21 dias os frangos foram alojados em boxes com cama de casca de arroz, contendo comedouros tubulares com capacidade para 20 kg e bebedouros tipo *nipple*, até os 35 dias de idade. As aves durante todo o período experimental receberam ração e água *ad libitum*.



A iluminação do aviário era feita com lâmpadas incandescentes de 60W e controlada por relógio *timer*. O programa de luz utilizado foi de acordo com o Manual da Linhagem Cobb.

Nas primeiras semanas o sistema de aquecimento foi feito por campânulas a gás e ar condicionado, seguindo a temperatura recomendada pelo manual da linhagem.

O sistema de ventilação era feito por ventiladores e janelas reguláveis. As temperaturas e umidades, máxima e mínima, do interior do aviário foram obtidas através de termohigrômetros digitais distribuídos entre as gaiolas metabólicas. As aferições foram realizadas duas vezes ao dia, de manhã e a tarde.

### **3.3 Animais**

Foram utilizados 320 frangos de corte, machos, da linhagem Cobb, sendo 64 aves por tratamento.

Antes de iniciar o experimento, as aves foram pesadas individualmente e distribuídas ao acaso nas gaiolas experimentais.

### **3.4 Delineamento experimental**

As aves foram distribuídas em um delineamento completamente casualizado com cinco tratamentos e oito repetições, totalizando 40 unidades experimentais, sendo cada boxe uma unidade experimental composta por oito aves.

### **3.5 Tratamentos**

As dietas experimentais 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 iniciais (8 a 21 dias) de crescimento e terminação (22 a 35 dias). As dietas foram isocalóricas, isoproteicas e

isovitamínicas, conforme composição apresentada na tab. 2. Foram testados cinco níveis de farelo de canola (T1 - 0%, T2 - 10%, T3 - 20%, T4 - 30% e T5 - 40%) em substituição ao farelo de soja, resultando nos seguintes tratamentos:

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

T2 – Dieta basal com 90% de farelo de soja e 10% de farelo de canola;

T3 – Dieta basal com 80% de farelo de soja e 20% de farelo de canola;

T4 – Dieta basal com 70% de farelo de soja e 30% de farelo de canola;

T5 – Dieta basal com 60% de farelo de soja e 40% de farelo de canola.

Tabela 2- Composição nutricional das dietas experimentais (%)

INGREDIENTES	Dieta inicial (8-21 dias)					Dieta crescimento e terminação (22-35 dias)				
	T1(0%)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)	T5 (40%)	T1 (0%)	T2 (10%)	T3 (20%)	T4 (30%)	T5 (40%)
Milho	56,43	50,00	45,60	40,00	34,96	58,00	53,00	47,92	42,40	37,00
F. soja (45%)	33,97	27,76	21,32	14,95	8,54	30,94	24,52	18,08	11,73	5,46
F. canola (34%)	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00	0,00	10,00	20,00	30,00	40,00
Óleo soja	2,91	5,14	6,66	8,60	10,32	4,42	6,16	7,90	9,80	11,66
Sal iodado	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40
Núcleo Tortuga FC*	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Fosfato Bicalcico	1,78	1,73	1,67	1,64	1,56	1,28	1,26	1,20	1,14	1,08
Inerte	0,00	0,51	0,02	0,12	0,00	0,37	0,15	0,05	0,14	0,13
DL-metionina	0,23	0,18	0,11	0,06	0,00	0,26	0,20	0,14	0,08	0,02
L-Lisina HCl	0,18	0,20	0,18	0,19	0,18	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
L-Treonina	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,07	0,06	0,06	0,06	0,00
<b>Composição calculada</b>										
EM (kcal/kg)	2980	2980	2980	2980	2980	3100	3100	3100	3100	3100
Proteína bruta (%)	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	19,50	19,50	19,50	19,50	19,50
Cálcio (%)	1,48	1,50	1,52	1,55	1,56	1,35	1,38	1,40	1,42	1,44
Fosforo disponível (%)	0,43	0,43	0,43	0,44	0,44	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34
Lisina digestível (%)	1,11	1,13	1,11	1,12	1,14	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Metionina digestível (%)	0,51	0,49	0,44	0,42	0,38	0,52	0,49	0,45	0,42	0,38
Metionina+cistina dig. (%)	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,78	0,79	0,79	0,79	0,79

\*Composição por kg do produto: Zinco: 1.000 mg; Manganês: 1.250 mg; Bacitracina de Zinco: 637,50 mg; Ferro: 750 mg; Iodo: 18,20 mg; Vitamina E: 200 UI/kg; Vitamina B1: 17 mg; Vitamina B6: 41 mg; Vitamina K3: 20,30 mg; Vitamina B12: 230 mcg; Vitamina A: 150.000 UI/kg; Vitamina D3: 40000 UI/kg; Vitamina B2: 88 mg; ácido Pantatênico: 180 mg; Cobre: 200 mg; Selênio: 7,50 mg; Metionina: 27,20 g; Colina: 3.250 mg; Biotina: 0,80 mg; Ácido Fólico: 14,60 mg; Salinomicina: 1.650 mg; Ácido nicotínico: 524,60 mg; Cálcio: 230 g; Fitase: 12.500 FTU/kg; Fluor: 476,40 mg; Fósforo: 47,64 g.

### 3.6 Variáveis analisadas

#### 3.6.1 Desempenho zootécnico

Foram avaliadas as seguintes variáveis do desempenho zootécnico (peso médio das aves, ganho de peso diário, consumo de ração e conversão alimentar). As aves foram pesadas no primeiro dia do experimento, depois pesadas semanalmente durante todo o período experimental (oito a 35 dias de idade). Também foi pesada a quantidade de ração fornecida diariamente e a sobra de ração semanalmente, para se obter os dados de conversão alimentar.

O peso médio (g) das aves foi obtido através do peso total das aves dividido pelo número de aves no boxe.

Para o cálculo do ganho de peso diário (g) foi utilizado a seguinte fórmula:  $GPD = (PMFp - PMIp) / DP$ , onde GPD= ganho de peso diário (g); PMFp= peso médio do boxe no final do período (g); PMIp= peso médio do boxe no início do período (g); DP= número de dias no período.

O consumo médio diário (g) foi calculado pela fórmula:  $CR = RFP - SP$ , onde CR= consumo de ração no período (g); RFP= ração fornecida no período (g); SP= sobra de ração no período (g); assim obteve-se o consumo por período. A partir daí foi usada a fórmula:  $CMD = ((CRP / \text{números de dias do período}) / \text{número de aves no boxe})$ , onde CMD= consumo médio diário (g); CRP= consumo de ração no período (g).

A conversão alimentar foi calculada pela fórmula,  $CA = CMD / GPD$ , onde CA= conversão alimentar; CMD= consumo médio diário (g); GPD= ganho de peso diário (g).

#### 3.6.2 Avaliação das características de carcaça e de biometria de órgãos

Aos 14 dias de idade foram iniciados os abates que se repetiram a cada sete dias até o final do experimento, aos 35 dias. Em cada idade avaliada foram selecionadas para o abate (projeto aprovado no comitê de ética sob número 4154),

ao acaso, quatro aves por tratamento que foram devidamente identificadas por anilhas numeradas.

Os animais foram pesados individualmente antes do abate. Foram realizados cortes do peito sem pele, pernas (coxa e sobrecoxa) e asas com pele. Para avaliação dos rendimentos das partes, foi realizado o peso dos cortes (g) da carcaça quente, que foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate, utilizando-se a seguinte fórmula: rendimento=  $\{(Peso\ corte/Peso\ Vivo)* 100\}$ . Após a biometria os cortes foram congelados, para determinação centesimal.

As aves foram evisceradas para realizar as análises biométricas das vísceras comestíveis (coração, fígado e moela limpa) e vísceras não comestíveis (aparelho digestório total e duodeno, jejuno e íleo) onde foi medido o comprimento (cm) e peso das vísceras (g). Foi calculado o peso relativo das vísceras em relação ao peso vivo antes do abate.

Ao final dos 35 dias todas as aves foram pesadas individualmente, identificadas por anilhas numeradas e submetidas a um jejum de 12 horas antes do abate. O abate final foi realizado com insensibilização prévia por eletronarose no Abatedouro do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Campus CAVG.

### 3.6.3 Análise morfométrica da mucosa intestinal

Dos animais abatidos no final do experimento foram selecionados ao acaso quatro por tratamento, obtendo um total de 20 amostras do duodeno para a análise morfométrica da altura de vilosidades. Amostras de 2 cm do duodeno foram coletadas e fixadas por 48h em solução de formol a 10%. Após a fixação, as peças foram desidratadas em bateria de álcool etílico em concentrações crescentes (70%, 80%, 90% e absoluto), seguida de diafanização com xilol e inclusão em parafina. Os blocos de parafina foram cortados em micrótomo rotativo à espessura de 5 micrômetros em 10 cortes transversais e semisseriados. As lâminas foram coradas com hematoxilina e eosina (HE), seguida de montagem entre lâmina e lamínula com resina Entellan® (Merk). A morfometria das vilosidades intestinais foi realizada através de captura da imagem ótica e a medição das mesmas através do programa Image Pro-Plus 4.5 (IPP4.5).

### 3.6.4 Digestibilidade

A avaliação da digestibilidade foi realizada do 15º ao 19º dia de idade segundo SAKOMURA e ROSTAGNO (2007), onde as aves estavam em baterias metálicas com piso de grade e bandeja coletora. Foi realizado o método de coleta total das excretas com auxílio de um marcador indigestível na ração. Para determinar o início e o final do período de coleta de fezes, foi adicionado marcador fecal (óxido férrico) nas rações. As excretas foram coletadas uma vez ao dia, embaladas e congeladas para evitar fermentação das amostras.

Ao final das coletas as amostras foram descongeladas, pesadas, homogeneizadas, sendo retirada uma alíquota de 500g e secadas em estufa com ventilação forçada a 60°C por 72 horas, para análises posteriores dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e extrativo não nitrogenado (ENN) de acordo com as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2004). Para determinação do extrativo não nitrogenado utilizou-se a fórmula:  $ENN = 100 - (FB + EE + PB + CZ + \text{umidade})$ .

Durante este período também foram coletadas amostras das rações para análise, e assim realizar o cálculo do coeficiente digestibilidade aparente através da seguinte fórmula:  $CDA (\%) = ((NC - NEx) / NC) * 100$ , onde CDA= coeficiente de digestibilidade aparente (%), NC= quantidade do nutriente consumido, NEx= quantidade do nutriente excretado. Foi realizado o cálculo do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta, matéria seca, extrato etéreo, fibra bruta e extrativo não nitrogenado.

Para determinar a quantidade de nutriente que foi consumida e excretada foi feito controle total do fornecimento de ração, onde foi pesada a quantidade fornecida e as sobras, assim como foi realizado com as excretas quando foi coletado o total produzido no período e pesadas de acordo com metodologia proposta por SAKOMURA e ROSTAGNO (2007).

Para o cálculo da quantidade do nutriente consumido usou-se a seguinte fórmula:  $NC = CTR \times NRA$ , onde NC= quantidade do nutriente consumido, CTR= consumo total de ração no período, NRA= quantidade do nutriente na ração analisada. Da mesma forma, a quantidade excretada foi obtida utilizando-se a

fórmula:  $NEx = PTex \times NExA$ , onde NEx= quantidade do nutriente excretado; PTex= produção total de excretas no período; NExA= quantidade do nutriente na excretas analisadas.

### 3.6.5 Análise centesimal da carne

Para a avaliação centesimal da carne, foram selecionadas ao acaso quatro aves por tratamento, no final do experimento, com 35 dias de idade. 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 horas. Após, as amostras foram moídas novamente e realizadas as análises de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas, conforme metodologia desenvolvida por SILVA e QUEIROZ (2004).

### 3.6.6 Análise instrumental

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\*, onde 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.
- ✓ 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 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, cortadas paralelamente às fibras musculares, com o auxílio de um vazador com 1,2 cm<sup>2</sup> 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/cm<sup>2</sup>.
- ✓ 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 perdido pela 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 para esta análise. As análises foram realizadas no Laboratório de Carnes do Departamento de Zootecnia – FAEM- UFPel. Foram quatro 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 medida com um termômetro. Após, foram cortados paralelamente às fibras musculares em cubos de 1,5 cm, 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, odor característico e a sangue, sabor característico, sabor à sangue, sabor estranho, sabor residual, dureza, fibrosidade, suculência, mastigabilidade e aceitabilidade global, utilizando uma escala estruturada de nove 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 estatística

Para predizer o efeito dos níveis de inclusão de farelo de canola na dieta sobre os parâmetros de desempenho zootécnico, rendimento da carcaça e biometria de órgãos, digestibilidade, análise centesimal da carne, análise instrumental, análise morfométrica da mucosa intestinal foi utilizada 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 e depois foi realizado o cálculo do ponto máximo, onde foi observado efeito quadrático nas variáveis.

O delineamento para análise estatística da avaliação sensorial foi em blocos completos casualizados 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 das variáveis de ganho de peso diário, consumo médio diário, conversão alimentar e peso médio nas diferentes idades das aves em função dos níveis de inclusão de farelo de canola na dieta e o resultado do teste F global para o ajustes das equações de regressão são apresentados na Tab. 3.

No período de 7 a 14 dias de idade, as análises de regressão revelaram que houve uma resposta significativa dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) sobre o ganho de peso diário, apresentando uma resposta quadrática crescente até o nível máximo de 16,42% de inclusão de farelo de canola, diminuindo posteriormente. Não houve resposta significativa para o consumo médio diário, conversão alimentar e peso médio das aves.

No período de 14 a 21 dias, foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre o consumo médio diário mostrando resposta quadrática crescente até o nível máximo de 22,88% de inclusão de farelo de canola, reduzindo posteriormente. Não houve resposta significativa em relação ao incremento dos níveis de farelo de canola na dieta para ganho de peso diário, conversão alimentar e peso médio das aves, conforme a Tab. 3.

Os resultados do presente estudo são semelhantes aos de Brum et al. (1998), que não encontraram diferença no peso médio e conversão alimentar das aves aos 21 dias utilizando farelo de canola na dieta. Porém, os autores observaram uma redução no consumo, o que não foi verificado no presente trabalho. Por outro lado, Franzoi et al. (1998); Figueiredo et al. (2003) e Nascimento et al., (1998) observaram uma redução no ganho de peso e no peso médio das aves com a

inclusão de farelo de canola na fase inicial. Resultado este que só pode ser comparado ao presente trabalho, quando se compara com a inclusão de 40% de farelo de canola que proporcionou uma redução no ganho de peso.

O aumento no consumo de ração das aves até o nível de 22,88% de inclusão de farelo de canola do presente estudo discorda do encontrado por Nascimento et al. (1998), que observaram uma redução no consumo, atribuindo este fator ao alto teor de fibra bruta do farelo, que promove uma diminuição da digestibilidade da proteína, e menor consumo de ração das aves.

A redução observada no ganho de peso com a inclusão de 40% de farelo de canola no período 7 a 14 dias de idade pode ser justificada pelo alto teor de fibra presente na dieta. No período de 14 a 21 dias, a redução do consumo foi significativa nos níveis a partir do nível de 22,88% de inclusão de farelo de canola. As análises bromatológicas realizadas nas dietas experimentais demonstraram este aumento no teor de fibra bruta (FB), apresentando 3,67%, 4,43%, 5,30%, 5,58% e 6,71% de FB, respectivamente, para os níveis 0%, 10%, 20%, 30% e 40 % de farelo de canola.

De acordo com Pinheiro et al. (2008) o maior nível de fibra na dieta de frangos de corte afeta negativamente a digestibilidade ileal e total dos nutrientes, assim como leva a redução no ganho de peso e piora na conversão alimentar.

As análises de regressão do período de 21-28 dias de idade, revelaram que houve efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) sobre o ganho de peso diário apresentando uma resposta quadrática crescente até o nível de 30% de inclusão, Na conversão alimentar observou-se uma melhoria até o nível de 20% de inclusão de farelo de canola piorando posteriormente. Já o peso médio das aves aumentou até o nível de 19,11% de farelo de canola, diminuindo posteriormente.

Tabela 3- Desempenho de frangos de corte alimentados com farelo de canola

Idade	Variáveis	Níveis de inclusão de farelo de canola (%)					P*	CV (%)	Equação de regressão	
		0	10	20	30	40				
7 - 14 dias	GPD (g)	34,74	35,61	36,11	35,49	31,78	0,03	10,16	$y = 34,48 + 0,23x - 0,007x^2$	
	CMD (g)	40,89	42,88	42,30	41,93	40,06	0,32	9,65		
	CA	1,18	1,20	1,17	1,18	1,26	0,06	5,82		
	PM (g)	355,28	359,83	364,06	364,78	333,95	0,07	7,89		
14 - 21 dias	GPD (g)	59,55	58,54	60,84	61,17	59,30	0,65	7,00	$y = 52,32 + 1,007x - 0,022x^2$	
	CMD (g)	52,18	60,39	63,76	61,95	57,12	0,03	16,29		
	CA	0,87	1,03	1,04	1,01	0,96	0,05	15,84		
	PM (g)	772,20	769,67	789,99	793,02	749,09	0,32	6,66		
21 - 28 dias	GPD (g)	71,10	76,80	75,63	75,44	69,08	0,02	8,80	$y = 71,38 + 0,60x - 0,01x^2$	
	CMD (g)	110,21	109,67	110,52	111,66	105,72	0,35	6,33		
	CA	1,54	1,43	1,46	1,48	1,53	0,03	6,04		$y = 1,53 - 0,008x + 0,0002x^2$
	PM (g)	1269,94	1307,32	1319,46	1321,14	1232,68	0,01	5,38		$y = 1264,80 + 6,88x - 0,18x^2$
28 - 35 dias	GPD (g)	91,11	87,99	88,35	86,67	85,09	0,06	7,13	$y = 1899,49 + 5,73x - 0,18x^2$	
	CMD (g)	166,25	160,53	161,40	159,19	167,78	0,24	6,99		
	CA	1,83	1,82	1,82	1,84	1,98	0,13	9,94		
	PM (g)	1907,77	1923,29	1937,98	1927,83	1828,35	0,04	4,86		
7 - 35 dias	GPD (g)	64,13	64,74	65,24	64,69	61,31	0,03	5,00	$y = 63,87 + 0,20x - 0,006x^2$	
	CMD (g)	92,38	93,37	94,49	93,68	92,67	0,66	5,33		
	CA	1,43	1,44	1,44	1,44	1,51	0,06	4,99		
	PM (g)	1907,77	1923,29	1937,98	1927,83	1828,35	0,04	4,86		

\*p: nível de significância a 5%. CV: coeficiente de variação (%); GPD: Ganho de peso diário (g); CMD: consumo médio diário (g); CA: conversão alimentar; PM: peso médio das aves (g).

Nos resultados encontrados no período de 28 – 35 dias de idade, foi verificada uma resposta quadrática crescente ( $p < 0,05$ ) no peso das aves, aumentando até o nível máximo de 15,91% de inclusão de farelo de canola, diminuindo posteriormente. Não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre o ganho de peso diário, o consumo de ração e a conversão alimentar.

Os resultados do presente estudo divergem dos encontrados por Nascimento et al. (1998) e Franzoi et al. (1998) que observaram uma redução no consumo de ração ao aumentar a inclusão de farelo de canola na fase final. Quanto ao ganho de peso até 30% de inclusão discordam de Nascimento et al., (1998) e no peso médio com Brum et al. (1998).

Para Franzoi et al. (1998), a substituição do farelo de soja pelo farelo de canola na fase final não afetou o ganho de peso e nem resultou em pior conversão alimentar. Resultado este que difere do encontrado no presente trabalho com inclusão de até 20% de canola, que mostrou um aumento no peso médio e no ganho de peso, sem piorar a conversão alimentar. A redução do ganho de peso das aves pode ser atribuída ao alto teor de fibra bruta do farelo, que causa diminuição da digestibilidade da proteína ou redução do consumo de ração pelas aves.

Os dados obtidos no presente experimento vão ao encontro daqueles observados por Brum et al. (1998) em que o nível de 40% de farelo de canola determinou menor peso corporal. Dessa forma, os autores recomendaram um nível de substituição de até 30%, onde foi obtido uma melhor conversão alimentar.

Na análise de regressão do período de 7 a 35 dias, que representa o desempenho do período total, foi observado um efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) sobre o ganho de peso diário (fig. 1) e peso médio das aves (fig. 2), promovendo uma resposta quadrática crescente até o nível de 16,66% de inclusão de farelo de canola para o ganho de peso diário e um aumento no peso médio das aves até o nível de 15,91% de farelo de canola, diminuindo posteriormente. Podendo predizer que a cada 1% de inclusão de farelo de canola, aumenta em 5,55 gramas o peso das aves, até o nível de 15,91% de inclusão. Não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no consumo de ração e conversão alimentar.

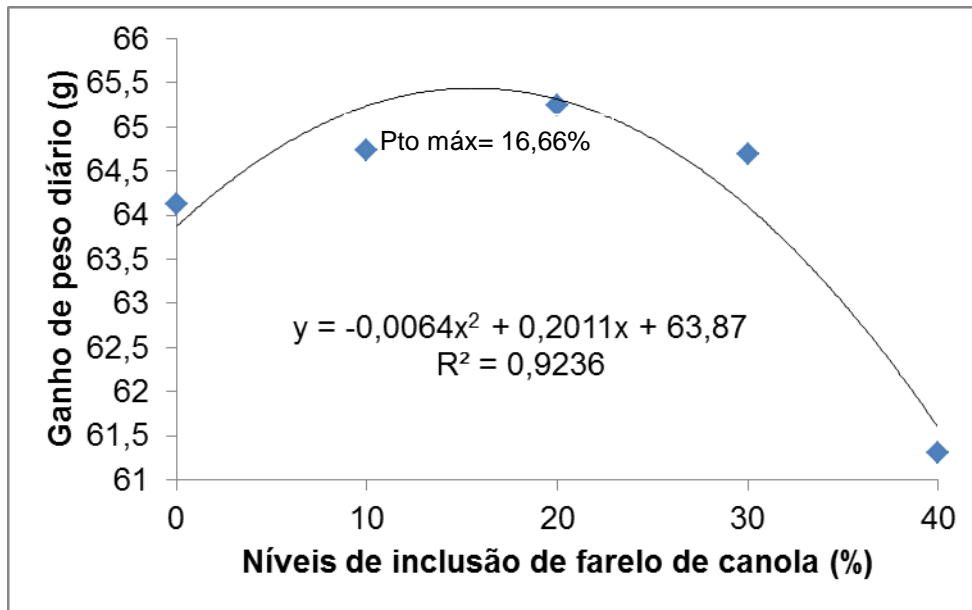


Figura 1 - Efeito dos níveis de farelo de canola sobre o ganho de peso diário

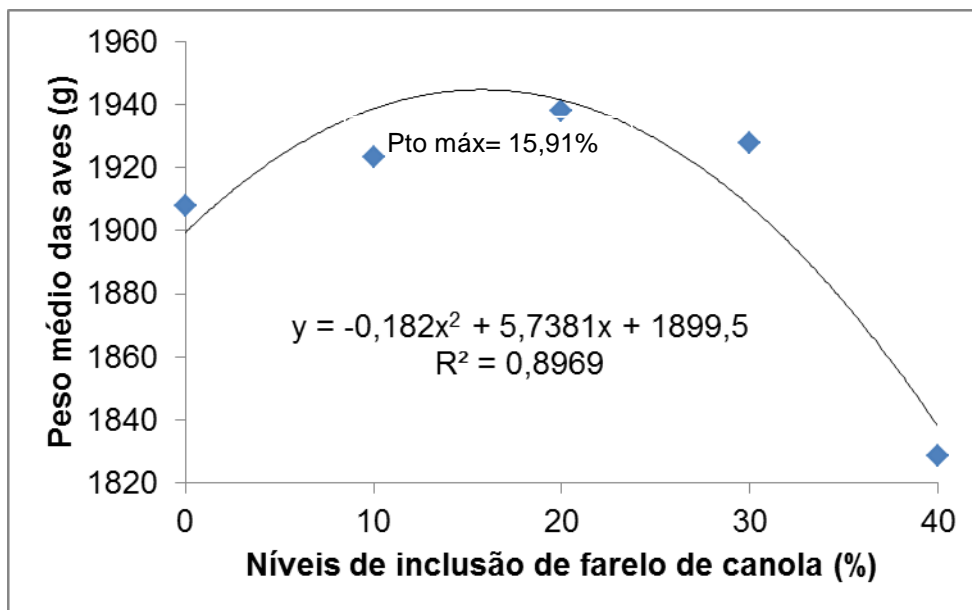


Figura 2 - Efeito dos níveis de farelo de canola sobre o peso médio das aves

Os resultados do presente experimento corroboram com Naseem et al., (2006), que demonstraram que o farelo de canola pode ser utilizado em até 25% sem afetar o desempenho de frangos de corte. No entanto, os resultados encontrados por Min et al. (2011) discordam do presente estudo, onde não foi observado efeito significativo do nível de farelo de canola sobre o desempenho das aves com a inclusão de até 25% de farelo de canola.

Os dados obtidos no presente experimento corroboram com Payvastagan et al. (2012), no sentido de que a inclusão da canola não afetou o consumo de ração. No entanto, o ganho de peso e a conversão alimentar foram prejudicados pela adição de 20% de farelo de canola, divergindo do presente estudo, onde a conversão não foi afetada e o ganho de peso aumentou até o nível de 16,66% de inclusão de farelo de canola.

A redução no ganho de peso e no peso médio das aves a partir do nível de 16,66 e 15,91% de inclusão de farelo de canola pode ser justificada pelo aumento no teor de fibra bruta nas dietas (3,67%, 4,43%, 5,30%, 5,58% e 6,71% de FB, respectivamente, para os níveis 0%, 10%, 20%, 30% e 40 % de farelo de canola), que causa uma diminuição na digestibilidade da proteína, conseqüentemente levando ao menor ganho de peso e menor peso médio. Com isso limita-se a inclusão em até 20% de farelo de canola em substituição ao farelo de soja na dieta de frangos de corte.

Além disso, o que pode ter levado a uma redução no desempenho a partir do nível de inclusão de 20% de farelo de canola foi à presença glucosinolatos, taninos e sinapina, fatores antinutricionais da canola, pois com o aumento na inclusão do farelo de canola nas dietas, aumenta-se a presença destes fatores antinutricionais que diminuem a digestibilidade da dieta, afetando o desempenho das aves.

#### **4.2 Características de carcaça e de biometria de órgãos**

As médias das variáveis de peso e rendimento da perna, peito e asa nas diferentes idades em função dos níveis de inclusão de farelo de canola e o resultado do teste F global para o ajustes das equações de regressão são apresentados na Tab. 4. Aos 14 dias de idade foi possível observar que não houve efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) sobre as características de peso das partes das carcaças. Porém, foi observado efeito significativo ( $p < 0,05$ ) no rendimento do peito, que apresentou uma redução linear com o aumento da inclusão de farelo de canola, provavelmente ligado a menor disponibilidade de lisina no farelo de canola, que esta diretamente relacionada à formação do musculo do peito.

Tabela 4 - Peso e rendimento da carcaça de frangos alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade.

14 dias						
FC (%)	PP	PPT	PA	%PP	%PT	% Asa
0	33,75	67,50	15,62	8,08	16,16	3,75
10	32,37	61,25	13,87	8,20	15,48	3,55
20	31,62	62,75	13,62	7,81	15,48	3,36
30	34,12	65,75	15,75	7,90	15,26	3,64
40	31,62	52,87	13,37	8,12	13,56	3,43
P*	0,68	0,11	0,46	0,55	0,01	0,39
CV	11,92	15,16	15,36	4,42	7,93	11,14
21 dias						
FC (%)	PP	PPT	PA	%PP	%PT	% Asa
0	65,37	138,75	24,87	7,58	16,11	2,88
10	67,50	152,50	28,87	7,47	16,89	3,21
20	66,12	147,87	30,00	7,17	16,10	3,25
30	69,50	138,25	24,62	7,75	15,47	2,75
40	62,75	132,25	22,50	7,58	15,99	2,71
P*	0,56	0,07	0,004	0,64	0,34	0,02
CV	9,98	8,33	11,18	6,28	6,72	9,59
28 dias						
FC(%)	PP	PPT	PA	%PP	%PT	% Asa
0	127,50	296,87	52,62	9,13	21,24	3,76
10	139,50	300,25	55,37	9,46	20,39	3,77
20	132,75	277,75	52,62	9,26	19,40	3,67
30	138,87	286,50	50,12	9,25	19,04	3,35
40	132,00	213,57	52,50	9,13	15,02	3,63
P*	0,45	0,08	0,55	0,44	0,04	0,23
CV	8,3	22,41	11,06	3,34	20,88	9,74
35 dias						
FC (%)	PP	PPT	PA	%PP	%PT	% Asa
0	199,50	534,75	77,25	9,26	24,77	3,59
10	214,87	543,87	82,00	9,40	23,78	3,59
20	212,62	524,16	77,00	9,33	22,29	3,37
30	206,50	484,37	83,75	9,12	21,39	3,70
40	186,00	420,75	73,62	9,21	20,76	3,64
P*	0,01	0,004	0,22	0,46	0,0005	0,34
CV	6,80	10,11	7,16	3,44	6,84	5,06

FC: farelo de canola; PP: Peso da perna (g); PPT: Peso do peito (g); PA: Peso da asa (g); %PP: rendimento perna (%); %PT: rendimento peito (%); % asa: rendimento asa (%). \*p: nível de significância a 5%, pela regressão polinomial ajustada. CV: coeficiente de variação (%). Equação ajustada para % PT (14 dias)= 16,27 – 0,05x. Equação ajustada para PA (21 dias)= 25,29 + 0,44x – 0,01x<sup>2</sup>. Equação ajustada para % asa (21 dias)=2,93 + 0,028x – 0,0009x<sup>2</sup>. Equação ajustada para %PT (28 dias)= 21,77 – 0,13x. Equação ajustada para PP (35 dias)= 200,17 + 1,80x - 0,05x<sup>2</sup>; Equação ajustada para PPT (35 dias)= 535,43 + 1,85x – 0,11x<sup>2</sup>; Equação ajustada para %PT (35 dias)= 24,68 – 0,10x.



Aos 21 dias de idade (tab. 4), observou-se que não houve efeito significativo ( $p>0,05$ ) dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre o peso das partes e do rendimento da perna, peito. Porém observou-se efeito quadrático crescente no peso da asa e no rendimento da asa até o nível de 22% e 15,55% respectivamente, diminuindo posteriormente. Aos 28 dias de idade houve efeito significativo ( $p<0,05$ ) apenas no rendimento do peito, apresentando uma resposta linear decrescente.

Observa-se na tab. 4 que, exceto aos 21 dias de idade, nas demais idades houve um efeito significativo no rendimento do peito, apresentando uma redução no rendimento com o aumento dos níveis de inclusão de farelo de canola. De acordo com Nascimento et al., (1998) a diminuição no rendimento em função do aumento no nível de inclusão de farelo de canola, está relacionado ao menor desempenho obtido pelas aves. No presente trabalho, ao se aumentar a inclusão de farelo de canola foi observado uma redução no peso médio das aves, levando a um menor rendimento do peito.

Para o peso da perna e peso do peito aos 35 dias de idade foi observado um aumento até o nível máximo de 18% e 8,4% de farelo de canola, respectivamente, diminuindo posteriormente, sendo justificado pelo desempenho das aves, pois ao aumentar o nível de inclusão de farelo de canola foram obtidas aves mais leves. No rendimento do peito aos 35 dias foi observada uma redução com aumento dos níveis de farelo de canola.

Os resultados corroboram parcialmente com Nascimento et al., (1998), que não encontraram efeito significativo no rendimento da perna e no rendimento de peito para análise de regressão com a inclusão de farelo de canola, porém divergem de Franzoi et al., (2000), em que a inclusão do farelo de canola em dietas de frangos de corte não alterou o rendimento da carcaça e nem a quantidade de tecidos comestíveis produzidos.

Os valores das médias da biometria das vísceras comestíveis das aves nas diferentes idades em função dos níveis de inclusão de farelo de canola na dieta e o resultado do teste F global para o ajustes das equações de regressão são apresentados na tab. 5. Aos 14 dias observou-se que houve uma resposta quadrática decrescente até o nível máximo de 8,34% de farelo de canola para o peso relativo do fígado, aumentando posteriormente. Não houve efeito significativo para as demais variáveis analisadas aos 14 dias.

Tabela 5 - Biometria de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28, 35 dias de idade

14 dias						
FC(%)	PC (g)	PF (g)	PML (g)	PRC (%)	PRF (%)	PRML (%)
0	2,62	10,00	12,62	0,63	2,41	3,03
10	2,37	8,62	12,00	0,60	2,18	3,05
20	2,37	9,62	12,25	0,58	2,37	3,02
30	2,87	11,12	12,50	0,66	2,59	2,93
40	2,62	10,00	11,12	0,67	2,57	2,85
P*	0,51	0,22	0,30	0,39	0,02	0,35
CV	18,39	12,61	12,28	16,00	8,01	10,55
21 dias						
FC(%)	PC (g)	PF (g)	PML (g)	PRC (%)	PRF (%)	PRML (%)
0	4,12	13,37	14,62	0,47	1,55	1,70
10	3,50	15,37	19,12	0,46	1,69	2,13
20	4,37	16,50	17,62	0,47	1,78	1,92
30	4,12	17,00	15,75	0,46	2,01	1,87
40	4,62	16,12	15,50	0,55	1,94	1,87
P	0,40	0,04	0,06	0,33	0,0005	0,31
CV	28,95	13,37	12,61	20,62	9,14	12,74
28 dias						
FC(%)	PC (g)	PF (g)	PML(g)	PRC (%)	PRF (%)	PRML (%)
0	7,87	30,00	31,87	0,56	2,14	2,28
10	8,50	28,87	30,75	0,57	1,97	2,10
20	9,00	32,50	30,37	0,62	2,26	2,11
30	8,50	32,75	30,75	0,56	2,18	2,04
40	8,75	34,12	29,75	0,60	2,35	2,06
P	0,27	0,04	0,48	0,49	0,06	0,18
CV	11,57	11,08	12,40	9,69	8,95	11,16
35 dias						
FC (%)	PC (g)	PF (g)	PML (g)	PRC (%)	PRF (%)	PRML (%)
0	10,62	39,25	35,87	0,49	1,82	1,67
10	10,12	36,37	33,62	0,44	1,59	1,48
20	10,62	40,12	32,50	0,46	1,76	1,43
30	10,87	44,75	32,37	0,48	1,97	1,43
40	10,75	38,62	35,12	0,53	1,91	1,74
p*	0,45	0,33	0,33	0,01	0,11	0,08
CV	7,83	11,31	11,85	7,50	11,59	15,15

PC: peso coração (g); PF: peso fígado (g); PML: peso moela limpa (g); PRC: peso relativo coração (%); PRF: peso relativo fígado (%); PRML: peso relativo moela limpa (%). \*p: nível de significância a 5%, pela regressão polinomial ajustada. CV: coeficiente de variação (%). Equação ajustada para PF (21 dias)=  $13,33 + 0,25x - 0,004x^2$ ; Equação ajustada para PF (28 dias)=  $29,22 + 0,12x$ ; Equação ajustada para PRF (14 dias)=  $2,34 - 0,005x + 0,0003x^2$ ; Equação ajustada para PRF (21 dias)=  $1,57 + 0,011x$ ; Equação ajustada para PRC (35 dias)=  $0,48 - 0,004x + 0,0001x^2$ .

Aos 21 dias de idade (tab. 5) houve efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) com um aumento no peso do fígado até o nível de 31,25%, diminuindo posteriormente. E um aumento linear no peso relativo do fígado. Já aos 28 dias de idade observou-se um aumento linear no peso do fígado.

Houve resposta significativa dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) aos 35 dias de idade (tab. 5) sobre o peso relativo do coração foi observado uma redução no peso até o nível de 20% de inclusão de farelo de canola, aumentando posteriormente.

A lipogênese nas aves é influenciada pelos níveis de gordura e proteína da dieta, porém, a quantidade de carboidratos consumida é o fator mais importante na regulação desse processo (MACLEOD, 1997). Nas aves, o fígado está relacionado ao metabolismo de carboidratos, lipídios, proteínas e é o principal local da síntese dos ácidos graxos. 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.

Outro fator que pode ter influenciado no peso do fígado são os aminoácidos digestíveis. Conforme Stringhini et al. (2002), o fígado é o órgão relacionado com o metabolismo proteico, e é passível de sofrer alterações em função de uma maior atividade metabólica pela maior incorporação de pequenos peptídeos ou de aminoácidos. Os autores observaram um maior peso relativo do fígado de aves originadas dos grupos que tiveram as maiores taxas de retenção proteica. Assim, com o aumento nos níveis de farelo de canola nas dietas, observou-se um aumento no peso do fígado que pode ser atribuído a uma maior quantidade de metionina e metionina + cistina presente no farelo de canola quando comparado com o farelo de soja.

Testando diferentes níveis de proteína bruta (PB) e energia metabolizável (EM) em codornas com 14 dias de idade, Rezende et al. (2004) observaram que as aves que receberam os níveis menores de EM e de PB tiveram fígados mais pesados.

Os resultados do presente estudo vão ao encontro com Taraz et al. (2006), que observaram aumento no tamanho e o peso relativo do fígado ao aumentar o farelo de canola na dieta, sendo que o nível de 75% de inclusão apresentou maior peso.

Os valores das médias da biometria das vísceras não comestíveis das aves nas diferentes idades em função dos níveis de inclusão de farelo de canola na dieta e o resultado do teste F global para o ajustes das equações de regressão são apresentados na tab. 6. Aos 14 dias observou-se que houve uma resposta linear crescente para comprimento do aparelho digestório (CAD), peso do jejuno (PJ) e no peso relativo do jejuno (PRJ), ou seja, ao aumentar o nível de inclusão de farelo de canola na dieta ocorreu aumento no comprimento do aparelho digestório (CAD) e no peso do jejuno (PJ). Já o comprimento do jejuno (CJ) apresentou uma resposta quadrática crescente até nível máximo de 34% inclusão de farelo de canola diminuindo posteriormente.

Rezende et al. (2004), analisando a biometria das vísceras de codornas até os sete dias de idade, alimentadas com diferentes níveis de proteína bruta e energia metabolizável, não observaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) no comprimento de intestino. De acordo com os autores, o desenvolvimento do trato digestório das aves, ocorre nas primeiras semanas de vida. Segundo Ito et al. (2004) o intestino das aves cresce cinco vezes mais do que o resto do corpo, sendo que o seu desenvolvimento é um dos fatores de grande importância para o máximo aproveitamento dos nutrientes e, conseqüentemente, de um desempenho satisfatório.

Tabela 6 - Biometria de vísceras não comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28,35 dias de idade.

14 dias											
FC(%)	CAD	CID	CD	CJ	CI	PD	PJ	PI	PRD	PRJ	PRI
0	116,50	94,50	19,12	41,12	34,75	6,37	7,00	3,87	1,53	1,67	0,93
10	122,75	101,37	17,37	48,25	36,37	4,75	7,50	3,25	1,21	1,91	0,83
20	124,25	103,25	18,62	49,12	35,62	6,12	7,87	4,25	1,51	1,94	1,04
30	132,00	104,25	20,00	50,37	36,12	6,25	8,75	3,87	1,46	2,00	0,92
40	128,00	103,87	19,37	48,25	37,12	6,12	9,12	4,25	1,58	2,36	1,09
P*	0,03	0,08	0,15	0,04	0,48	0,49	0,02	0,33	0,28	0,01	0,27
CV	7,13	7,49	7,09	10,97	11,1	15,27	17,65	22,64	14,78	16,34	24,34
21 dias											
FC(%)	CAD	CID	CD	CJ	CI	PD	PJ	PI	PRD	PRJ	PRI
0	143,62	120,12	22,75	58,12	39,75	8,37	10,37	4,75	0,97	1,20	0,55
10	157,75	131,50	26,75	59,75	42,12	8,00	11,50	7,25	0,88	1,21	0,81
20	159,75	131,62	24,37	64,00	45,25	7,62	12,25	6,37	0,83	1,31	0,69
30	152,50	124,50	23,50	58,25	43,25	9,00	11,75	7,25	1,02	1,23	0,81
40	151,50	123,00	22,75	58,50	43,00	8,87	12,00	7,12	1,07	1,45	0,86
P	0,09	0,11	0,28	0,32	0,04	0,33	0,42	0,09	0,09	0,17	0,07
CV	6,16	6,28	12,08	7,32	6,24	15,37	23,41	26,17	15,63	18,13	27,13

Continua...

Continuação...Tabela 6 - Biometria de vísceras não comestíveis de frangos de corte alimentados com farelo de canola abatidos aos 14, 21, 28,35 dias de idade.

28 dias											
FC(%)	CAD	CID	CD	CJ	CI	PD	PJ	PI	PRD	PRJ	PRI
0	168,75	139,62	27,50	63,50	47,00	14,87	17,75	9,12	1,06	1,27	0,65
10	163,37	135,25	24,75	63,75	47,37	14,37	19,25	10,62	0,98	1,31	0,72
20	171,62	143,00	25,50	68,75	49,50	14,50	20,12	10,50	1,01	1,40	0,73
30	173,25	143,25	27,75	64,00	51,00	16,87	24,75	13,00	1,12	1,64	0,86
40	176,25	143,62	28,12	64,00	50,50	16,12	24,37	12,50	1,11	1,67	0,86
P	0,15	0,29	0,06	0,69	0,07	0,09	0,001	0,001	0,16	0,0007	0,0008
CV	6,22	6,65	7,22	10,00	7,18	11,79	14,42	14,14	9,63	11,97	11,29
35 dias											
FC (%)	CAD	CID	CD	CJ	CI	PD	PJ	PI	PRD	PRJ	PRI
0	182,37	151,00	27,25	69,50	54,75	17,75	27,12	14,12	0,83	1,26	0,65
10	191,37	160,37	30,25	72,25	58,25	17,37	23,37	14,87	0,76	1,02	0,65
20	196,75	160,12	29,75	76,50	54,62	19,62	29,12	15,37	0,86	1,27	0,67
30	188,00	153,75	28,62	72,50	52,75	17,12	25,87	12,87	0,75	1,14	0,56
40	206,50	172,00	31,87	80,12	59,75	17,00	30,12	14,37	0,84	1,50	0,70
	0,03	0,06	0,10	0,02	0,65	0,6	0,14	0,7	0,89	0,02	0,73
CV	6,55	7,15	9,52	7,66	11,10	11,89	12,88	17,07	15,52	14,97	16,74

FC: farelo de canola (%); CAD: comprimento aparelho digestório (cm); CID: comprimento intestino delgado (cm); CD: comprimento duodeno (cm); CJ: comprimento jejuno (cm); CI: comprimento íleo (cm); PD: peso duodeno (g); PJ: peso jejuno (g); PI: peso íleo (g); PRD: peso relativo duodeno (%); PRJ: peso relativo jejuno (%); PRI: peso relativo íleo (%). \*p: nível de significância a 5%, pela regressão polinomial ajustada. CV: coeficiente de variação (%). Equação ajustada para CAD (14 dias) =  $118,25 + 0,32x$ ; equação ajustada para CJ (14 dias) =  $41,56 + 0,68x - 0,01x^2$ ; Equação ajustada para PJ (14 dias) =  $6,95 + 0,05x$ . Equação ajustada para PRJ (14 dias) =  $1,68 + 0,01x$ . Equação ajustada para CI (21 dias) =  $39,66 + 0,37x - 0,007x^2$ . Equação ajustada para PJ (28 dias) =  $17,50 + 0,18x$ ; Equação ajustada para PI (28 dias) =  $9,32 + 0,09x$ ; Equação ajustada para PRJ (28 dias) =  $1,23 + 0,01x$ ; ; Equação ajustada para PRI (28 dias) =  $0,65 + 0,005x$ ; Equação ajustada para CAD (35 dias) =  $184,02 + 0,44x$ ; Equação ajustada para CJ (35 dias) =  $69,87 + 0,21x$ ; Equação ajustada para PRJ (35dias) =  $1,24 - 0,01x + 0,0005x^2$ .

A melhor utilização dos alimentos está diretamente relacionada com a estrutura do aparelho digestório, principalmente a do intestino delgado, tendo em vista que parte dos processos digestivos, bem como a absorção dos nutrientes, ocorre nos enterócitos (ITO et al., 2004). Do ponto de vista nutricional, o tamanho dos intestinos poderia afetar a taxa de passagem do alimento pelo trato digestório e, com isso, afetar a eficiência da digestão e absorção dos nutrientes da dieta. Cherry e Siegel (1978) verificaram que frangos com trato digestório mais pesado apresentaram menor velocidade de esvaziamento gastrointestinal, permitindo assim maior exposição dos nutrientes às células absorptivas com consequente influência na utilização dos alimentos.

No presente estudo, o alto teor de fibra bruta nas dietas com a inclusão do farelo de canola pode ter influenciado a biometria do intestino. Resultados estes que corroboram com Furtado et al. (2011) que demonstram que uma maior quantidade de fibra na dieta causa um aumento no peso e no comprimento do intestino de aves. De acordo com Ito et al. (2004) as dietas ricas em fibras prolongam o tempo de mistura e retardam o seu esvaziamento da moela.

O maior volume do conteúdo intestinal resulta em maior expansão do material volumoso, uma vez que o aumento do volume do conteúdo do intestino delgado está relacionado à capacidade de retenção de água, bem como maior viscosidade da fração fibra dietética. Esta situação conduz a um esvaziamento gastrointestinal mais lento, resultando em uma taxa mais lenta de digestão e absorção e consequente aumento do volume dos órgãos digestivos (SCHNEEMAN, 1999).

Aos 21 dias de idade (tab. 6) houve efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) sobre o comprimento do íleo (CI), apresentando uma resposta quadrática crescente até o nível de 20%, diminuindo após este nível. Aos 28 dias de idade o peso do jejuno (PJ), peso do íleo (PI), peso relativo do jejuno (PRJ) e peso relativo do íleo (tab. 6), aumentaram linearmente com o aumento do nível de inclusão de farelo de canola nas dietas ( $p < 0,05$ ).

O comprimento do íleo pode ter aumentado devido a maior quantidade de gordura na dieta que pode ter sido absorvida, pois conforme Ito et al. (2004), a gordura sofre ação dos sais biliares é absorvida no íleo.

O peso do jejuno e o peso do íleo podem ter aumentado também pelo alto teor de fibra bruta nas dietas, pois o farelo de canola apresenta em média três vezes mais fibra quando comparado com o farelo de soja, devido a presença de cascas da canola permanecerem no farelo, totalizando aproximadamente 30% de sua composição (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009).

Houve efeito significativo dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola ( $p < 0,05$ ) aos 35 dias de idade (tab. 6) sobre o comprimento do aparelho digestório (CAD) e o comprimento do jejuno (CJ), aumentando linearmente com aumento da inclusão de farelo de canola nas dietas. Este aumento está relacionado ao incremento no teor de fibra bruta das dietas, decorrente do farelo de canola (FRANZOI et al., 1998; SCHNEEMAN, 1999; FURTADO et al., 2011). E no peso relativo do jejuno (PRJ) observou-se uma resposta quadrática decrescente até o nível de máximo de 10% de farelo de canola, aumentando posteriormente.

Segundo Schneeman (1999), as alterações provocadas pelo aumento do consumo de fibra dietética são observadas diretamente sobre o trato gastrointestinal, sendo que as dietas ricas neste componente dietético são responsáveis por modificações nos processos de ingestão e digestão dos diversos nutrientes. Dentre as propriedades da fibra dietética, incluem-se: capacidade de retenção de água, volume, viscosidade, adsorção e ligação com outros compostos nutricionais.

### **4.3 Análise morfométrica da mucosa intestinal**

As médias das variáveis morfométricas de altura de vilosidades e profundidade da cripta de frangos de corte aos 35 dias em função dos níveis de inclusão de farelo de canola e o resultado do teste F global para o ajuste das equações de regressão são apresentados na tab. 7. Foi possível observar uma resposta quadrática decrescente na altura das vilosidades, que diminui até o nível de 23,58% de inclusão. A integridade da mucosa intestinal foi verificada em todos os níveis concomitantes a morfometria.



Tabela 7 - Análise morfométrica da altura de vilosidade e profundidade de cripta duodenal de frangos alimentados com farelo de canola.

	Níveis de inclusão de farelo de canola (%)					p*	cv
	0	10	20	30	40		
Altura do Vilo (µm)	1838,45	1708,02	1546,2	1816,71	1691,58	0,003	14,55
Profundidade da cripta (µm)	236,33	227,28	238,8	210,3	225,85	0,06	17,85

P\*- nível de significância a 5% pela equação de regressão ajustada; CV- coeficiente de variação (%); Equação ajustada para altura do vilo=  $1822,65 - 15,09x + 0,32x^2$ .

Os resultados do presente estudo divergem dos encontrados por Figueiredo et al. (2003) e por Chiang et al. (2010) que não encontraram diferenças na altura de vilosidades, onde no presente estudo observou-se uma redução na altura de vilo intestinal até o nível de 23,58% de farelo de canola. Entretanto, assim como Figueiredo et al., (2003) foi constatado que a inclusão do farelo de canola na dieta não altera a integridade da mucosa intestinal.

Por outro lado, assim como os resultados de Xu et al. (2012), do presente estudo demonstram existir alteração da altura do vilo intestinal, segundo a inclusão de farelo de canola numa resposta quadrática decrescente até o nível de 23,58%.

Quanto à morfometria da cripta intestinal, a inclusão de maiores níveis de farelo de canola na dieta não teve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) sobre a profundidade da cripta no presente estudo, indo ao encontro dos resultados de Chiang et al., (2010) e Xu et al., (2012), porém divergindo dos registrados por Figueiredo et al., (2003), onde houve redução linear crescente desta variável com os níveis de farelo de canola.

As características morfológicas intestinais, como a altura de vilosidades intestinais é um indicativo da capacidade absorptiva da mucosa intestinal, pois quanto maior é altura do vilo, maior é a área de contato dos enterócitos com o alimento, o que aumenta área a absorção de nutrientes. Além disso, é importante ressaltar que o adequado e rápido ganho de peso das aves estão diretamente relacionados com a integridade morfofuncional do sistema digestório (NETO, 2010).

#### 4.4 Digestibilidade

O aumento dos níveis de farelo de canola na dieta dos frangos interferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) no coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) (Tab. 8) da matéria seca, da proteína bruta e do extrativo não nitrogenado. Houve uma redução linear (fig. 3) da digestibilidade da matéria seca e uma resposta quadrática crescente (fig. 4) na digestibilidade da proteína bruta aumentando até o nível de 20%, diminuindo posteriormente. Para o extrativo não nitrogenado (ENN) houve uma redução (fig. 5) com a inclusão de farelo de canola.

Tabela 8 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e extrativo não nitrogenado (ENN) de dietas de frangos de corte alimentados com farelo de canola.

Níveis de farelo de canola (%)	MS (%)	PB (%)	EE (%)	FB (%)	ENN (%)
0	81,02	79,67	92,76	29,42	90,78
10	80,69	79,69	92,39	30,32	88,61
20	79,59	79,74	93,46	30,90	87,12
30	78,02	78,09	93,49	27,30	85,76
40	75,11	74,21	92,25	28,71	83,37
P*	<0,0001	<0,0001	0,67	0,59	<0,0001
CV	2,55	3,28	2,54	25,52	1,72

\*P: nível de significância a 5%. CV: coeficiente de variação (%). Equação ajustada para MS=  $81,78 - 0,14x$ ; Equação ajustada para PB=  $79,41 + 0,15x - 0,006x^2$ . Equação ajustada para ENN=  $90,66 - 0,17x$ . Valores calculados em base na matéria natural.

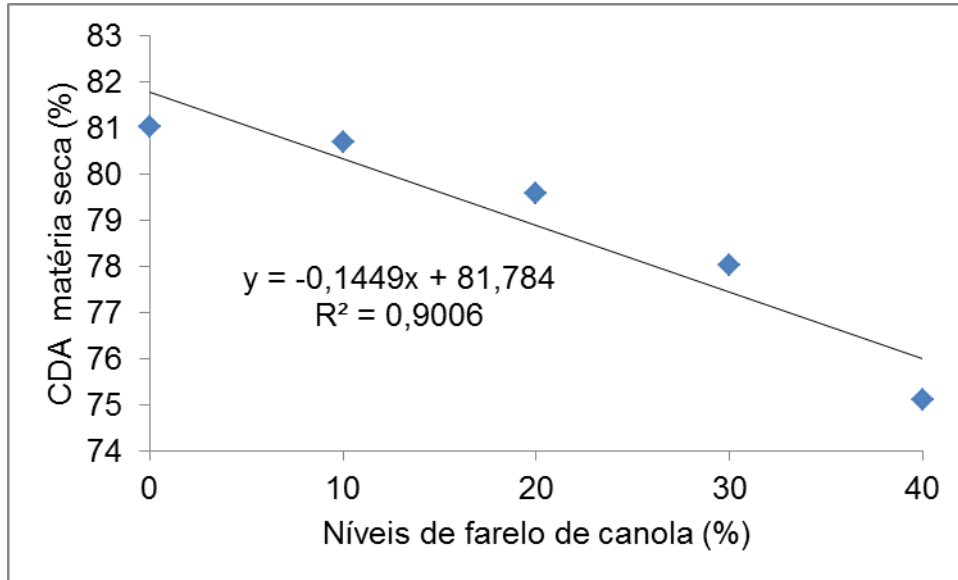


Figura 3 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da matéria seca na dieta de frangos alimentados com farelo de canola

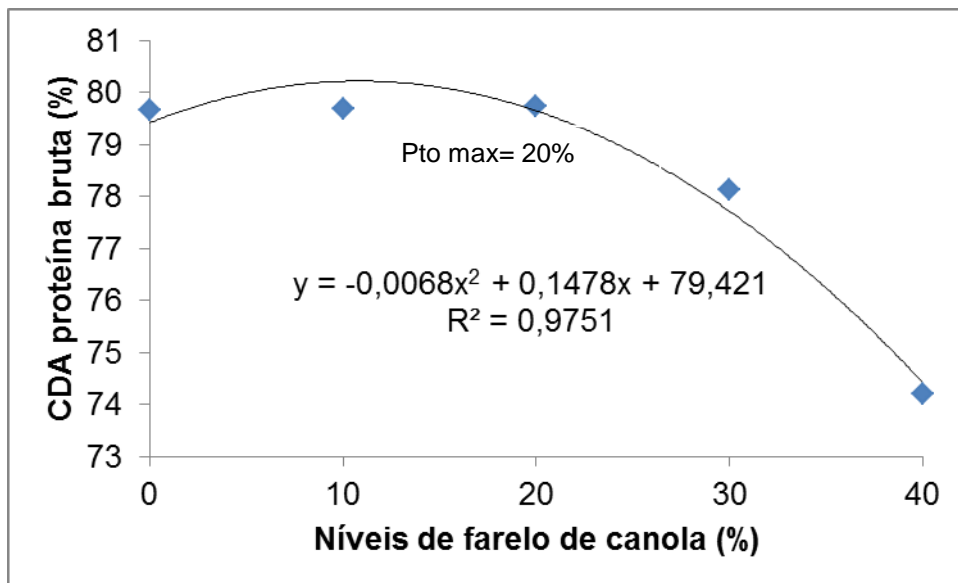


Figura 4 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da proteína bruta de frangos alimentados com farelo de canola

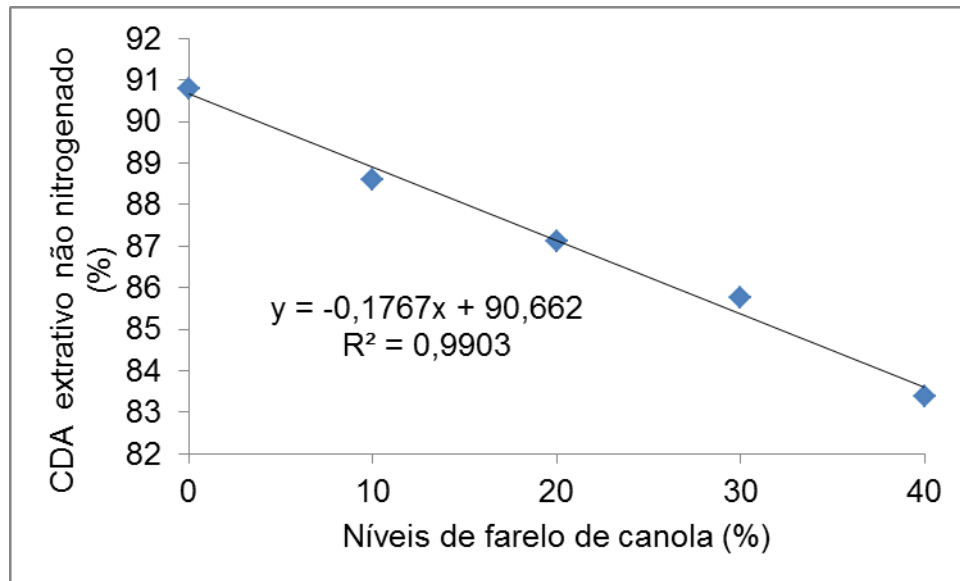


Figura 5 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) do extrativo não nitrogenado de frangos alimentados com farelo de canola

Ainda que estudando uma espécie bem diferente que frangos de corte os resultados do presente estudo corroboram com Furuya et al. (2001), que avaliando a digestibilidade do farelo de canola em tilápia do nilo (*Oreochromis niloticus*), observaram menor digestibilidade da matéria seca e proteína bruta na dietas contendo farelo de canola. De acordo com os autores, a menor digestibilidade da proteína bruta pode estar relacionada com o maior teor de fibra presente no farelo de canola, o que pode reduzir o aproveitamento da energia, da proteína e dos minerais.

Da mesma forma, corroborando com o presente estudo, Pinheiro et al. (2008) observaram diferença significativa na digestibilidade da matéria seca e proteína bruta na dietas de frangos de corte com baixa fibra bruta, que apresentaram maior coeficiente de digestibilidade que os frangos alimentados com dietas com alta fibra bruta, com valores entre 66,37 a 76,18% de matéria seca e 68,16 e 72,21% de proteína bruta.

Além disso, Landero et al. (2011), observaram uma redução da digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia com o aumento da inclusão de farelo de canola na dieta de leitões desmamados, atribuindo essa redução ao alto teor de fibra bruta presente no farelo de canola.

A redução na digestibilidade do extrativo não nitrogenado pode ter ocorrido pela presença de celulose, hemicelulose, lignina nessa fração, o que dificulta o

acesso das enzimas digestivas as frações mais disponíveis como é o caso do amido e outros carboidratos solúveis (BUDIÑO e CASTRO JR., 2009).

Além disso, esta redução na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrativo não nitrogenado pode ser justificada pelo aumento no teor de fibra bruta nas dietas com a inclusão do farelo de canola, que apresentaram valores de 3,67%, 4,43%, 5,30%, 5,58% e 6,71 % de FB respectivamente para os níveis 0%, 10%, 20%, 30% e 40 % de farelo de canola. Contudo, com aumento da inclusão de farelo de canola aumenta-se a presença tanino fator antinutricional do farelo, que mesmo após o melhoramento ainda podem ter quantidades que passam interferir no uso da canola na alimentação animal.

#### 4.5 Análise centesimal da carne

Os valores da análise centesimal da carne da perna (coxa e sobre coxa) dos frangos encontram-se na tab. 9. Foi possível observar que não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis de inclusão de farelo de canola sobre a composição de matéria seca, extrato etéreo, proteína bruta, cinzas e umidade na carne da perna.

Tabela 9 - Composição centesimal da carne da perna (coxa e sobre coxa) de frangos alimentados com farelo de canola aos 35 dias de idade

Níveis de farelo de canola (%)	MS (%)	EE (%)	PB (%)	CZ (%)	Umidade (%)
0	23,92	6,78	17,14	0,99	76,07
10	23,08	5,96	16,88	1,02	76,91
20	24,51	6,70	14,51	1,03	75,48
30	23,87	6,55	15,56	0,98	76,12
40	24,88	7,40	16,81	0,94	75,11
P*	0,28	0,40	0,23	0,15	0,28
CV	6,45	20,24	12,64	6,59	2,04

\*P: nível de significância a 5%. CV: coeficiente de variação (%); MS: matéria seca (%); EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta (%); CZ: Cinzas (%). Valores expressos em base natural.

As amostras de coxa e sobre coxa de frangos analisadas apresentaram valores de composição bromatológica que variou de 23,08 a 24,88% de MS; de 14,51 a 17,14% de PB; de 5,96 a 7,40% de EE; 0,94 a 1,03% de cinzas; e 75,11 a 76,91% de umidade, estes valores foram semelhantes aos citados por Tonetti et al.

(2012), para coxa e sobre coxa de frangos de diferentes idades, que também não encontrando diferença significativa.

Nos resultados da análise centesimal da carne do peito (Tab. 10) observou-se que houve um efeito significativo dos diferentes níveis de inclusão de farelo de canola sobre a matéria seca e o extrato etéreo, apresentando uma resposta linear crescente. No teor de cinzas observou-se um efeito linear decrescente. Já no teor de umidade observou-se uma resposta linear decrescente.

Tabela 10 - Composição centesimal da carne do peito de frangos alimentados com farelo de canola aos 35 dias de idade

Níveis de farelo de canola (%)	MS (%)	EE (%)	PB (%)	CZ (%)	Umidade (%)
0	23,36	1,97	21,48	1,09	76,63
10	23,07	1,56	21,23	1,05	76,92
20	24,44	2,24	21,57	1,03	75,55
30	24,13	2,68	20,89	0,97	75,86
40	25,09	2,87	21,75	1,01	74,90
p*	0,003	0,008	0,72	0,01	0,003
CV	3,49	27,56	3,79	5,27	1,10

\*p: nível de significância a 5%. CV: coeficiente de variação; MS: matéria seca (%); EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta (%); CZ: Cinzas (%). Equação ajustada para MS=  $23,12 + 0,04x$ ; equação ajustada para EE=  $1,68 + 0,029x$ ; Equação ajustada para CZ=  $1,08 - 0,002x$ . Equação ajustada para Umidade (%)=  $76,87 - 0,04x$ . Valores expressos em base natural.

Os dados obtidos corroboram com os resultados de Rehman et al. (2002), que não observaram diferença no teor de proteína no peito dos frangos. Mikulski et al., (2011), também não observaram diferença significativa na composição centesimal da carne do peito de perus alimentados com diferentes níveis de farelo de canola.

Os efeitos da inclusão de farelo de canola sobre a proteína bruta e extrato etéreo do presente estudo divergem dos resultados encontrados por Franzoi et al., (2000), que constataram aumento no teor de proteína bruta na carcaça e redução no teor de extrato etéreo.

De acordo com Vieira (2004) a carne do peito de aves tem baixo teor de gordura, porém ocorre um depósito maior de gordura subcutânea, na cavidade abdominal e nas sobrecoxas. Conforme pode-se observar nas tabelas 9 e 10, a carne da perna (coxa e sobre coxa) apresentou 2,5 vezes a mais gordura em relação ao peito.

Dietas altas em energia produzem carcaças mais gordas, enquanto que dietas altas em proteína produzem carcaças mais magras. Contudo, quando o consumo energético da ave excede aquele exigido para manutenção e crescimento, este excesso de energia é depositado como gordura (Vieira, 2004). Embora no presente estudo as dietas tenham sido isoproteicas e isoenergéticas, o incremento na quantidade de farelo de canola na dieta fez com que aumentasse a inclusão de óleo vegetal para as dietas se tornarem isoenergéticas, fator este que pode ter levado ao aumento no extrato etéreo da carne do peito.

A água, constituinte mais importante na carne, é essencial para obtenção do rendimento e qualidade final dos produtos, contribui para a textura, suculência, sabor e maciez. A sua eventual perda compromete a qualidade do alimento, conferindo textura dura, seca e fibrosa (JULIÃO, 2003; FRANCO, 2007). No presente estudo observou-se uma redução na umidade, com consequente aumento na matéria seca da carne de peito dos frangos ao se aumentar a inclusão de farelo de canola na dieta.

#### **4.6 Análise instrumental**

Não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) dos níveis de substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre a capacidade de retenção de água (CRA), força de cisalhamento (FC) e perda por cocção (PC) da carne do peito (Tab. 11). Porém, houve uma resposta na cor da carne. Observou-se um efeito no parâmetro  $b^*$  (intensidade da cor amarela) com uma resposta quadrática decrescente, onde a intensidade da cor amarela diminuiu até o nível de inclusão de 30% de farelo de canola, aumentando posteriormente. Nos parâmetros  $L^*$  (luminosidade) e  $a^*$  (intensidade da cor vermelha) não houve efeito significativo ( $p < 0,05$ ) com o aumento níveis de farelo de canola. Os resultados obtidos corroboram com Lopes (2007), que analisando a carne de peito de frangos alimentados com diferentes fontes proteicas alternativas, não verificou diferença entre os tratamentos para a CRA, a FC e a PC.

Tabela 11 - Características instrumentais de carne de frangos alimentados com farelo de canola

Níveis de farelo de canola (%)	Cor			CRA (%)	FC (kgf/cm <sup>2</sup> )	PC (%)
	L*	b*	a*			
0	55,84	7,95	2,78	15,82	1,48	25,38
10	53,50	6,15	4,17	16,20	1,74	25,78
20	54,77	5,45	3,70	17,37	1,60	24,45
30	56,22	5,45	3,36	18,47	1,83	26,25
40	58,07	8,68	3,15	19,87	1,70	25,04
P*	0,13	0,001	0,05	0,21	0,57	0,96
cv	5,46	19,87	18,15	29,21	35,17	13,45

P\*- nível de significância a 5% pela equação de regressão ajustada; CV- coeficiente de variação (%); CRA- capacidade de retenção de água; FC - força de cisalhamento; PC - perda por cocção. L\*- luminosidade; b\*- intensidade da cor amarela; a\*- intensidade de cor vermelha. Equação ajustada para b\*= $8,12 - 0,29x + 0,007x^2$

A intensidade da cor amarela (parâmetro b\*) está relacionada à presença de carotenóides na dieta, que estão presentes no milho. No presente estudo, pode se observar que com o aumento na inclusão de farelo de canola, houve uma resposta quadrática decrescente até o nível máximo de 20,71% na intensidade da cor amarela da carne, aumentando posteriormente podendo ser atribuída pela diminuição na quantidade de milho nas dietas (tab. 2).

As amostras dos peitos de frangos analisadas apresentaram valores de perda por cocção de 24,28% a 26,25%. Estes valores foram semelhantes aos citados por Lopes (2007), para peitos de frangos alimentados com diferentes fontes de alimentos proteicos vegetais, não encontrando diferença entre os tratamentos.

Mikulski et al. (2011), testando 0, 60, 120 e 180g/kg de farelo de canola na dieta de perus em crescimento, observaram que a inclusão de 0, 60 e 120g/kg de farelo de canola não afetou as características instrumentais da carne, porém com 180g/kg houve um aumento na perda por cocção, na maciez (redução na força de cisalhamento) e um aumento na intensidade da cor amarela na carne do peito.

#### 4.7 Análise sensorial

As características sensoriais (Tab. 12) da carne do peito não apresentaram diferenças significativas entre os níveis de inclusão de farelo de canola ( $P < 0,05$ ), exceto na variável sabor residual que teve diferença significativa, entre o nível de 0 e



de 30% de inclusão de farelo de canola. A Maior intensidade do sabor residual foi apresentada na carne das aves alimentadas com 30% de farelo de canola, embora essa diferença, na escala sensorial seja muita próxima, já que os animais de ambos os níveis apresentaram sabor residual entre “ligeiramente” e “regular”.

Tabela 12 - Características sensoriais da carne de frangos de corte alimentados com farelo de canola

Atributo <sup>1</sup>	Níveis de farelo de canola (%)					P*	Erro padrão
	0	10	20	30	40		
Cor	2,02	2,62	2,18	2,74	2,46	0,23	0,25
Odor caract.	4,59	4,92	4,23	5,14	4,63	0,33	0,31
Odor estranho	1,22	1,38	1,39	1,20	1,47	0,88	0,22
Dureza	2,69	2,44	3,30	2,57	2,29	0,06	0,26
Suculência	3,90	4,10	3,69	3,16	4,02	0,12	0,27
Fibrosidade	3,90	3,88	4,36	4,34	4,07	0,84	0,36
Sabor caract.	3,83	3,72	4,03	3,77	4,30	0,53	0,26
Sabor residual	2,85a	3,05ab	3,46ab	4,19b	3,35ab	0,03	0,31
Sabor estranho	2,51	2,47	2,81	3,31	2,32	0,15	0,30
Aceitação global	5,06	4,91	4,49	4,87	5,08	0,56	0,27

P\*- nível de significância a 5% pelo teste de Tukey. <sup>1</sup>atributos :Escala não-estruturada de 9 cm (1= menor intensidade; 9= maior intensidade). Letras diferentes na mesma linha, para cada medida instrumental, indicam diferenças significativas (P<0,05), pelo teste de Tukey.

O aumento na intensidade do sabor residual pode ser devido à presença de glucosinolatos no farelo de canola, que apresenta como componente o enxofre, o que dá aroma picante aos vegetais (BERTOL e MAZZUCO, 1998).

Os resultados demonstram que o farelo de canola pode ser incluído em até 40% na dieta de frangos de corte sem afetar os atributos sensoriais (cor, textura, suculência, sabor, odor, maciez) da carne. Assim, com o uso de farelo de canola a qualidade da carne é mantida e as características organolépticas da carne não são afetadas.

As propriedades sensoriais são características importantes que influenciam na aceitação e consumo dos alimentos. Conforme pode ser observado na tab. 10, os valores de aceitação global variaram de 4,49 a 5,08 não sendo influenciado pela inclusão de farelo de canola.

Segundo Sañudo et al. (2000), os principais fatores que influenciam o consumidor em gostar ou não da carne são aparência, maciez, suculência e sabor, propriedades estas influenciadas diretamente pela idade, sexo, raça e sistema de

alimentação do animal. A avaliação sensorial da carne permite conhecer a preferência do mercado consumidor e, conseqüentemente, fixar a qualidade do produto que propicia maior grau de satisfação. Assim a utilização do farelo de canola na dieta de frangos de corte não influencia a preferência do consumidor de carne de frango.

## **5. Conclusão**

O farelo de soja pode ser substituído pelo farelo de canola em até 20% nas dietas de frangos de corte, sem afetar as principais variáveis de desempenho zootécnico e qualidade de carcaça e de carne.

## Referências bibliográficas

- 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.
- 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).
- 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](http://www.biodiesel.gov.br/docs/lei11097_13jan2005.pdf)>. Acesso em: 30 out/2012.
- BRUM JR, B.C. **Quirera de arroz na dieta de frangos de corte**. 2009. 88f. Tese (Doutorado em Ciências) Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BRUM JR, B.S. **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.
- BUDIÑO, F.E.L.; CASTRO JR. F. G. Energia digestível e digestibilidade aparente da proteína bruta e matéria seca do feno de plantas aquáticas para suínos em fase de crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 3, p. 802-807, jul./set. 2009.
- CCC. Canola Council of Canada. **Canola meal: Feed Industry Guide**. Canadian International Grains Institute, 4<sup>th</sup> edition, 2009. Disponível em: <<http://www.canolacouncil.org>>, acesso em: 29/10/2012.
- CHERRY, J.A.; SIEGEL, P.B. Selection for body weight at eight weeks of age. Feed passage and intestinal size of normal and dwarf chickens. **Poultry Science**, v.57, n.2, p.336-340, 1978.
- 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.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento**, setembro 2012 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília: Conab, 2012.

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](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/co/p_co252.htm)>

FIGUEIREDO, D. F.; MURAKAMI, A.; PEREIRA, M.; FURLAN, A.; TORAL, F. Desempenho e Morfometria da Mucosa de Duodeno de Frangos de Corte Alimentados com com Farelo de Canola, Durante o Período Inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p. 1321-1329, 2003.

FRANCO, F. **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.

FRANZOI E.E., SIEWERDT F., RUTZ F., BRUM P. A. R. DE, 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.

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. **Avaliação do desempenho de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de farelo de canola**. 1996. 88p. Tese de Mestrado (mestrado em produção animal)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

FURTADO, D.; JUNIOR, S.; LIMA, I.; COSTA, F.; SOUZA, J. Desempenho e características de carcaça de aves caipiras alimentadas com feno de erva-sal (*atriplex nummularia lindl.*). **Revista Caatinga**, v.24,n.3, p. 182-189, 2011.

FURUYA, W.; PEZZATO, L.; MIRANDA, E.; FURUYA, V. R.; BARROS, M.; LANNA, E. Digestibilidade Aparente da Energia e Nutrientes do Farelo de Canola pela Tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*). **Revista brasileira de zootecnia**, v.30, n.3, p. 611-616, 2001.

ITO, N.; MIYAJI, C.; LIMA, E.; OKABAYASHI, S. Saúde Gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In:\_\_\_\_. **Produção de Frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2004, p.205-260.

JULIÃO, A. **Avaliação da composição centesimal e aceitação sensorial da carne de frangos de linhagens comercial e tipo colonial comercializadas em nível varejista**. 2003 . 105p. Dissertação de Mestrado (pós graduação em veterinária) - Universidade Federal Fluminense, Niteroi.

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

LANDERO, J.; BELTRANENA, E.; CERVANTES, M.; ARAIZA, A.; ZIJLSTRA, R. The effect of feeding expeller-pressed canola meal on growth performance and diet nutrient digestibility in weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**. 2011.

LDREES, Zafar; BARQUE, A. R.; RASOOL, Shahid; Ahsan-ul-Haq ; AHMAD, Tanveer. Effect of different levels of canola meal as soybean meal replacement in broiler rations. **Pak. J. Agri. Sci.** Vol. 36 (3-4),1999.

LEESON, S., AND J. D. SUMMERS. **Commercial Poultry Nutrition**. 3rd Ed. University Books, Guelph, ON, Canada. 2005.

LEESON, S., J. O. ATTEH, AND J. D. SUMMERS. The replacement value of canola meal for soybean meal in poultry diets. **Can. J. Anim. Sci.** v. 67, p.151–158, 1987.

LOPES, I.R.V. **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.

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.

MARCHIORI JR., O.; INOUE, M.H.;BRACCINI, A.L.;OLIVEIRA JR., R.S.; AVILA, M.R.;LAWDER, M.; CONSTANTIN, J. Qualidade e produtividade de sementes de canola (*brassica napus*) após aplicação de dessecantes em pré-colheita. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v.20, n.2, p.253-261, 2002.

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.

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.

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.

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.

NETO, R. D. Níveis de treonina, glicina+serina e suas relações para pintos de corte. 2010. Tese de doutorado. Universidade federal da paraíba,

PAYVASTAGAN, S.; FARHOOMAND, P.; SHAHROOZE, R.; DELFANI, N., ; TALATAPEH, A. The effects of different levels of canola meal and copper on

performance susceptibility to ascites and plasma enzyme activities in broiler chickens. **Annals of Biological Research**, v.3, n.11, p. 5252-5258, 2012.

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.

PINHEIRO, C.; REGO, J.; RAMOS, T.; SILVA, B.; WARPECHOWSKI, M. Digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte consumindo dietas formuladas com diferentes níveis de fibra e suplementadas com enzimas exógenas. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.4, p. 984-996, out./dez, 2008.

REHMAN, A.; BHATTI, B.; HAMEED, S.; AFZAL, S. Effect of substitution of soybean meal with canola and sunflower meals on the performance of broilers. **Pakistan Vet. Journal**, v. 22, n.2, 2002.

REZENDE, M.; FLAUZINA, L.; MCMANUS, C.; OLIVEIRA, L. Desempenho produtivo e biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 26,n.3, p. 353-358, 2004.

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

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007, 283p.

SAÑUDO, C.; ENSER, M. E.; CAMPO, M.M Fatty acid composition and sensory characteristic of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat science**, v.54, p. 339-346, 2000.

SCHNEEMAN, B. Fiber, Inulin and Oligofructose: Similarities and Differences. **The Journal of Nutrition**, v.129, p. 1424S-1427S, 1999.

SIERRA, L.M.P. **Utilização de farelo de canola na alimentação de suínos**. 2011. 72p. Tese (doutorado em zootecnia), Universidade estadual de Maringá, Maringá-PR.

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

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.

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, n.12, p. 1110-1115, 2006.

TOMM, G. O.; FERREIRA, P. E. P.; AGUIAR, J. L. P. de.; CASTRO, A.; M. G. de; LIMA, S. M. V.; DE MORI, C. **Panorama atual e indicações para aumento de eficiência da produção de canola no Brasil**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 27 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 118). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do118.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do118.htm)>.

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

TONETTI, C.; NICOLETI, J.; STRÖHER, G. Determinação físico-química da carne de frangos. **Seminário de Iniciação científica e tecnológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR**. 2012.

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

UBABEF- União Brasileira de Avicultura. **Relatório Anual**. 2012.

URBANO, T. **Níveis de inclusão de óleo de soja na ração de frangos de corte criados em temperaturas termoneutra e quente**. 2006. 60p. Dissertação (mestrado em zootecnia)- faculdade de ciências agrárias e veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

VASCONCELOS, L.H. **Determinação das propriedades físicas da canola (*Brassica napus*), variedade Iciola 41, relacionadas à armazenagem**. 1998, 92p. Dissertação (Mestrado). Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade estadual de Campinas.

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.

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.



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**, 2012.

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.

**Anexo 1**

**Ficha análise sensorial**

Data

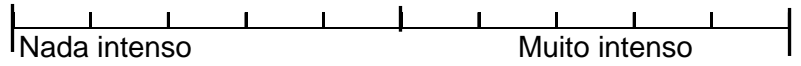
--	--

Sessão

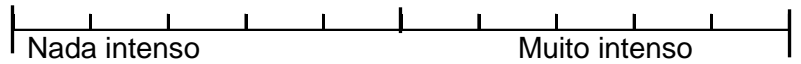
Prato

Deg

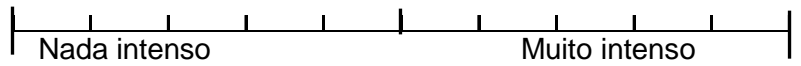
Intensidade de cor



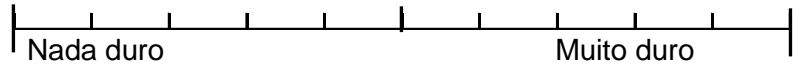
Intensidade de odor caract.



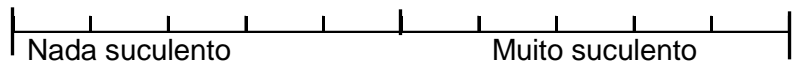
Intensidade de odor estranho



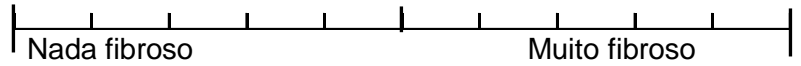
Dureza



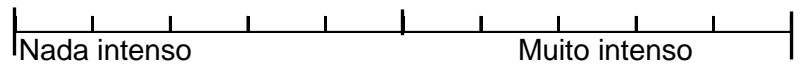
Suculência



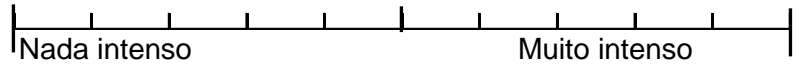
Fibrosidade



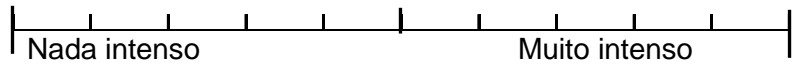
Intensidad de sabor caract.



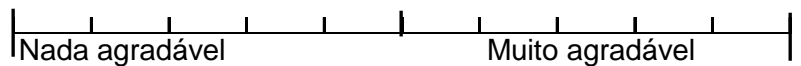
Intensidade de sabor residual



Intensidade de sabor estranho



Avaliação Global



**OBSERVAÇÕES**

--

--