

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DE PROCESSOS TÉRMICOS EM DIETAS  
PARA FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES  
COMPOSIÇÕES**

**TESE DE DOUTORADO**

**Lenise Schroder Boemo**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2015**

# **AVALIAÇÃO DE PROCESSOS TÉRMICOS EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

**Lenise Schroder Boemo**

Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia**

**Orientador: Alexandre Pires Rosa**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Boemo, Lenise Schröder

AVALIAÇÃO DE PROCESSOS TÉRMICOS EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES/ por Lenise Schröder Boemo.– 2015.

66 f.; 30cm

Orientador: Alexandre Pires Rosa

Coorientador: Irineo Zanella

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, RS, 2015.

1. Expansão 2. Digestibilidade 3. Peletização 4. desempenho de frangos de corte I.Rosa, Alexandre Pires II.Título.

---

© 2015

Todos os direitos autorais reservados a Lenise Schroder Boemo. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Santos Dumont, 1100, apto 202 Montenegro, RS, 95780 000

End. Eletr: leniseboemo@hotmail.com.br

---

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado**

**AVALIAÇÃO DE PROCESSOS TÉRMICOS EM DIETAS PARA  
FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

elaborada por  
**Lenise Schroder Boemo**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Doutor em Zootecnia**

COMISSÃO EXAMINADORA

---

Alexandre Pires Rosa, Dr  
(Presidente/Orientador)

---

Irineo Zanella, Dr. (UFSM)

---

Janio Moraes Santurio, Dr. (UFSM)

---

Walter Lucca, Dr. (IFRS)

---

Priscila Becker Ferreira, Dr (UNIPAMPA)

Santa Maria, 29 de junho de 2015.

Dedico

A aqueles que me dedicaram uma vida de amor  
Meus pais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus Sú pelo dom da vida, por me iluminar e estar sempre comigo;

A minha família, meus pais, Nilo e Rosa e a meu irmão Lucas, por tornarem esse sonho possível e por estarem sempre ao meu lado nos momentos decisivos e importantes de minha vida;

Ao Fernando pelo amor, apoio, carinho, compreensão e amizade, você foi muito importante nessa trajetória.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Alexandre Pires Rosa pela dedicação despendida ao meu aprendizado e crescimento profissional.

À Universidade Federal de Santa Maria, pelo ensino gratuito e de qualidade oportunizado durante toda a minha trajetória acadêmica em Zootecnia;

A empresa JBS AVES, pela oportunidade e grande apoio para realização deste projeto, em especial a todos os colaboradores que contribuíram com a condução do trabalho;

Ao LAVIC, pela estrutura cedida para a condução desse estudo;

A todos os colegas e funcionários do LAVIC, pelo convívio e apoio na condução dos experimentos, em especial aqueles que participaram diretamente desse trabalho;

As minhas amigas Carol e Dani pela amizade e apoio incondicional despendido para a realização deste trabalho.

À todos Muito Obrigada!

## **RESUMO**

**Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia  
Universidade Federal de Santa Maria**

### **AVALIAÇÃO DE PROCESSOS TÉRMICOS EM DIETAS PARA FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES**

**AUTORA: LENISE SCHRODER BOEMO**

**ORIENTADOR: Dr. ALEXANDRE PIRES ROSA**

**Data e Local da Defesa: Santa Maria, 29 de junho de 2015.**

Para avaliar os possíveis benefícios que o processo de tratamento térmico por expansão pode trazer as dietas para frangos de corte com a inclusão ou não de farelo de arroz parboilizado (FAP), foram realizados dois estudos. O primeiro estudo avaliou desempenho e rendimento de carcaça no período de 1 a 42 dias, o segundo estudo compreendeu um ensaio de digestibilidade em baterias experimentais, ambos com seis tratamentos. O primeiro estudo foi realizado em aviário experimental composto por 96 boxes experimentais, cada unidade experimental foi composta por 40 frangos de corte machos. No segundo estudo, para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 384 frangos de corte machos em um período de 1 a 21 dias de idade com oito repetições de oito aves cada. Aos 21 dias foi realizada a coleta de conteúdo ileal para análise de digestibilidade. O delineamento utilizado em ambos os estudos foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3), duas dietas (uma a base de milho e a outra com a inclusão de 20% de FAP) e 3 tipos de processos, sendo dietas fareladas, peletizadas e expandidas peletizadas, todas isonutritivas. As médias quando apresentaram diferenças a nível de 5% de significância, foram comparadas pelo teste de Tukey. No estudo de desempenho e rendimento de carcaça, as aves alimentadas com dietas à base de milho, apresentaram melhor conversão alimentar, índice de eficiência produtiva e rendimento de carcaça, quando comparadas às aves que receberam dietas contendo 20% de FAP. O uso do expandir no processo de fabricação de dietas para frangos de corte melhorou os índices de desempenho, proporcionando melhoria na conversão alimentar em comparação às aves alimentadas com dietas fareladas no período de 1 a 42 dias de idade. No estudo de digestibilidade a expansão de dietas promoveu aumento no coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido, em relação ao processo de peletização. Aves alimentadas com inclusão de 20% de FAP na dieta, no período de 1 a 21 dias, apresentaram queda de desempenho e do coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação às aves que recebem dieta a base de milho.

Palavras-chave: expansão, digestibilidade, peletização, desempenho de frangos de corte

## **ABSTRACT**

**Doctoral Thesis  
Post-Graduations in Animal Science Program  
Universidade Federal de Santa Maria**

### **THERMAL PROCESS EVALUATION IN DIETS FOR BROILERS WITH DIFFERENT COMPOSITIONS**

**AUTHOR: LENISE SCHRODER BOEMO**

**ADVISER R: Dr. ALEXANDRE PIRES ROSA**

**Defense Place and Date: Santa Maria, 29 de junho de 2015.**

To evaluate the possible benefits that the heat treatment process by expansion can bring the diets for broilers with the inclusion or not of rice bran parboiled (RBP), two studies were conducted. The first study evaluated performance and carcass yield in the period 1-42 days, the second study comprised a digestibility trial in experimental batteries, both with six treatments. The first study was performed in an experimental avian composed of 96 experimental boxes, each experimental unit was made up of 40 broiler chicks. In the second study, for the digestibility trial were used 384 male broiler chicks in a period of 1 to 21 days of age with eight repetitions of eight birds each. At 21 days was held ileal content collection for digestibility analysis. In the both studies was used a completely randomized experimental design in a 2 x 3 factorial arrangement, two diets (one based on corn and the other with the inclusion of 20% RBP) and 3 types of processes, and mash diets, pelleted and expanded pelleted, all isonutritives. The mean they when presented differences in 5% significance were compared by Tukey test. In performance studies and carcass yield, the broilers fed corn-based diets showed higher feed conversion, productive efficiency ratio and carcass yield, when compared to broilers fed diets containing 20% RBP. The use of the expander in diets for broilers in manufacturing process provide better performance index and feed conversion major compared to the broilers fed with mash diet in the period 1-42 days old. In the digestibility study the expansion of diets promoted an increase in the digestibility of dry matter, crude protein, ether extract and starch, compared to the pelleting process. Broilers fed inclusion of 20% RB in the diet, from 1 to 21 days, showed drop in performance and digestibility of dry matter, crude protein, ether extract and starch in relation to broilers receiving the corn-based diet.

**Keywords:** expansion, digestibility, pelletizing, broiler performance

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	21
CAPITULO 1 .....	11
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
1.1 Processo de Peletização de Dietas .....	11
1.2 Processo de Expansão Peletização de Dietas.....	14
1.3 Qualidade do <i>pellet</i> .....	16
1.4 Farelo de Arroz .....	17
Figura 1. Casca, farelo e endosperma do grão de arroz (JOSAPAR, 2014).....	18
1.5 Digestibilidade dos nutrientes submetidos a tratamentos térmicos .....	19
1.5.1 Carboidratos .....	19
1.5.2 Proteínas .....	21
1.5.3 Lipídios.....	21
CAPITULO 2 .....	13
Resumo .....	13
Abstract.....	24
Introdução .....	25
Material e Métodos .....	26
Resultados e Discussão.....	28
Conclusão.....	34
Referências.....	39
CAPITULO 3 .....	42
Avaliação do processo de expansão de dietas com diferentes composições frangos de corte sobre a digestibilidade dos nutrientes.....	42
Resumo .....	42
Abstract.....	43
Introdução .....	44
Material e Métodos .....	45
Resultados e Discussão.....	47
Conclusão.....	49
Referências.....	54

CAPITULO 4 .....	70
DISCUSSÃO .....	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	57
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....	58

## INTRODUÇÃO

A avicultura de corte representa importante papel na economia mundial e brasileira. O Brasil se insere nesse cenário como sendo o terceiro maior produtor e primeiro maior exportador de carne de frango do mundo (UBABEF, 2013). Neste contexto a avicultura tem alcançado excelentes resultados de produção devido a incessantes pesquisas nas diversas áreas da cadeia avícola.

A maior parcela no custo de produção de frangos de corte está associada à nutrição, sendo que o custo das dietas é diretamente dependente do preço dos ingredientes que a compõem. As fontes de energia e proteína são os ingredientes mais onerosos que compõem as dietas avícolas pelo seu elevado incremento nas mesmas.

Visando a redução destes custos, os enfoques das pesquisas atuais têm sido a busca pela melhoria na eficiência de utilização dos ingredientes utilizados na formulação de dietas, e também na forma que a mesma é fornecida aos animais. Estudos *in vitro* e *in vivo* têm demonstrado que a forma física do alimento é o principal fator determinante da velocidade de digestão do amido (LIVESEY et al., 1995). Com o processamento, os alimentos sofrem modificações em sua estrutura física, fazendo o amido ficar mais acessível à ação das enzimas digestivas.

Outro ponto de suma importância na busca pela redução dos custos de produção é o estudo dos chamados alimentos alternativos onde muitos deles são subprodutos, como é o caso do farelo de arroz (FA). O FA, proveniente do beneficiamento do arroz, mostra-se como ingrediente interessante para alimentação de aves, e de acordo com Lima, et. al (2000) esse subproduto constitui excelente fonte de nutrientes para os animais. No entanto, a utilização do FA, nas dietas de frangos de corte está limitada em função da presença de polissacarídeos não-amiláceos (PNA), que acabam formando um gel no trato intestinal, afetando negativamente a absorção de nutrientes (VIEIRA et al., 2007).

O processamento das dietas é amplamente utilizado na indústria, devido ao fato de que o tratamento térmico do alimento pode melhorar seu valor nutritivo. O principal modo de ação é, sem dúvida, a influência do processamento sobre a digestibilidade dos nutrientes (McCRAKEN, 2002). Os principais processamentos utilizados são a peletização, a expansão e a extrusão.

De acordo com Klein (2009), a peletização provoca a transformação da dieta farelada em granulada por um processo físico-químico, através da adição de vapor e submissão à faixas específicas de temperatura, umidade e pressão, durante um tempo determinado. Neste processo busca-se atingir o pré-cozimento da dieta proporcionando a gelatinização parcial do amido, plastificação de partículas sólidas (em especial, as proteínas) e amolecimento das fibras. Dessa forma, consegue-se melhorar a digestibilidade da dieta.

A expansão é um processamento térmico onde a dieta é submetida a temperaturas bem mais elevadas que no processo de peletização por curto período de tempo, onde os parâmetros de processamento tais como: umidade, temperatura, pressão e energia eletromecânica no *expander* influenciam as características físicas e o valor nutricional do alimento. Ao processo de expansão peletização, além dos mesmos efeitos mencionados para as dietas peletizadas são atribuídas as seguintes vantagens: redução da contaminação por *Salmonella*; redução do percentual de finos e aumento do grau de gelatinização do amido, de acordo com Lutch (2002), o aumento no grau de gelatinização do amido, ocasionado pelo processo de expansão, melhora a qualidade dos *pellets* em relação à dieta peletizada.

Devido a importância de um maior conhecimento das modificações estruturais e físicas que o alimento sofre ao passar pelo processo de expansão peletização, pela necessidade de melhor conhecer o impacto dessas mudanças no desempenho, rendimento de carcaça e digestibilidade de frangos de corte foi conduzida esta pesquisa.

# CAPITULO 1

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 Processo de Peletização de Dietas

O tratamento térmico de dietas pela peletização é um processo bem desenvolvido e amplamente utilizado na indústria avícola. Apesar de ser um processo já bastante abordado algumas dúvidas ainda existem a respeito, porém os benefícios já estão consolidados através de diversos estudos realizados (FRANCISCO, 2007). Entre os processos de tratamentos térmicos de dietas a peletização é o processo que possui sua validade econômica, ou seja, a relação custo/benefício consolidada.

Dietas peletizadas são as dietas fareladas e prensadas sob alta temperatura, onde são pré-cozidas e, posteriormente, moldadas na forma de pequenos cilindros ou *pellets*.

Ao processo de peletização são atribuídos diversos benefícios, como maior digestibilidade de carboidratos e proteínas da dieta, menor gasto de energia de manutenção, redução do desperdício e diminuição da contaminação microbiana na dieta (NILIPOUR, 1993; GADZIRAYI et al., 2006; VELOSO et al., 2005).

De acordo com Klein (2009) há oito princípios básicos que devem ser visados durante o processo de peletização:

1. Pré-cozimento da dieta visando atuar sobre as paredes celulares e, desta forma, proporcionar a gelatinização parcial do amido, plastificar as partículas sólidas, em especial as proteínas, amolecer as fibras e assim melhorar a digestibilidade e a qualidade dos *pellets*. Esta ação sobre as paredes celulares facilita também a ação dos agentes digestivos;

2. Aumentar a palatibilidade da dieta;

3. Mudar a forma física (tamanho das partículas);

4. Evitar ou reduzir a seleção dos ingredientes;

5. Reduzir os efeitos da desmistura;

6. Aumentar a densidade da dieta reduzindo espaços de armazenamento e custos de transporte;

7. Diminuir as perdas de dieta tanto por geração de pó na armazenagem e no transporte quanto na cama aviária;

8. Reduzir níveis de micro-organismos.

Segundo Bellaver e Nones (2000) a peletização é um processo que melhora a palatibilidade e o valor nutricional dos alimentos, bem como promove o aumento do consumo de dieta, ganho de peso e eficiência alimentar de frangos de corte, sendo vantajoso economicamente tal processo.

Dentre os processos envolvidos em uma fábrica de dieta, a peletização é o que representa o maior custo de manutenção, e principalmente o maior consumo de energia elétrica aproximadamente 42% do gasto total de energia elétrica. (BIAGI, 1990; WALDROUP, 1983).

Apesar de todos os benefícios oriundos da peletização já citados, quando o processo é utilizado em conjunto com níveis nutricionais inadequados podem-se obter casos como o maior acúmulo de gordura abdominal e visceral e também maior propensão à ascite e um aumento da síndrome de morte súbita (VELOSO et al., 2005). Esses efeitos são atribuídos ao aumento da ingestão de nutrientes na dieta.

## **1.2 Processo de Expansão Peletização de Dietas**

Processo de expansão peletização de dietas conjugam-se os processos de expansão com a peletização. Neste processo são adicionados todos os benefícios da peletização a expansão e aumenta, significativamente a capacidade da peletizadora (KLEIN 1999).

No interior do expander, que fica localizado acima do condicionador, a pressão chega a aproximadamente 40bar e é alcançada uma alta temperatura (100 a 150°C). O tempo de permanência do produto sob esta condição é no máximo de 4 segundos. Na saída, a pressão cai imediatamente para pressão atmosférica e uma grande parte de água contida se evapora instantaneamente (flashing). Como consequência desta evaporação a temperatura do produto baixa imediatamente para 90° C. A dieta resultante tem uma estrutura granulada. O conteúdo de água na dieta preconizado durante o processo é de 16 a 18%. A capacidade de produção se torna aumentada, porém, tanto a temperatura quanto a capacidade (rendimento) do expander, irão depender do funcionamento da máquina, da formula da dieta e da adição de lubrificantes, como gordura ou água.

Segundo López e Baião (2004) a expansão inclui o condicionamento com vapor, que hidrata e aquece o alimento produzindo calor adicional antes da peletização, sendo que a intensidade do tratamento térmico determina o grau de modificação do amido, gelatinização, a disponibilidade do conteúdo celular para digestão, absorção e a pasteurização da mistura alimentar.

Durante o processo de condicionamento e peletização, a umidade absorvida pelos ingredientes ajuda a romper as células que contêm amido. A gelatinização das moléculas de amido é fundamental para resultar na máxima adesão das partículas dos ingredientes na formulação de um *pellet* durável (LIMA, 2007).

Para Veloso et al. (2005) o processo de expansão influencia na digestibilidade dos nutrientes do milho e do farelo de soja, sendo preciso padronizar as condições operacionais dos equipamentos de avaliações nos laboratórios e avaliar maior número de alimentos expandidos com variados conteúdos de amido.

A peletização após o processo de expansão tem a função de dar forma à dieta, já que a dieta expandida tem menor densidade e distintas características de fluidez. Estas características podem resultar em maiores custos de transporte e em necessidade de modificação nos equipamentos de manuseio do produto final (LIMA, 2007).

A qualidade do *pellet* em uma dieta é dependente de vários fatores, tais como o tipo de ingredientes, do emprego de agentes ligantes, das condições da matriz utilizada na peletizadora, da umidade, dos níveis de pressão de vapor e do manejo da dieta após a peletização (BRIGGS et al., 1999). Durante o processo de condicionamento e peletização, a umidade absorvida pelos ingredientes ajuda a romper as células que contêm amido. A gelatinização das moléculas de amido é fundamental para resultar na máxima adesão das partículas dos ingredientes na formulação de um *pellet* durável. Podemos definir como qualidade de *pellet*, a capacidade do *pellet* de se manter íntegro durante o seu manuseio até ser ofertado as aves.

De acordo com Klein (2009), um dos grandes problemas no Brasil, quando falamos em processamento e tecnologia de fabricação de dieta, é a falta de bibliografia adaptada às nossas condições de formulações e de clima. Esse fato é agravado por também termos poucas produções científicas de pesquisa na área e, quando feitas, são normalmente conduzidas por empresas particulares, que não divulgam os resultados.

Lima (2007) em estudo com frangos de corte alimentados com dietas expandidas ou expandida peletizada, observou melhores resultados de desempenho em aves que receberam dieta expandida peletizada em relação às que receberam dieta somente expandida. No

entanto, Freitas et al. (2005) em estudo avaliando o desempenho zootécnico de frangos de corte alimentados com milho termicamente processado na dieta pré-inicial, não observaram melhora no desempenho dos frangos de corte nesta fase.

### 1.3 Qualidade do *pellet*

Os benefícios do processamento de dietas são reconhecidos pela indústria avícola, o tratamento térmico sofrido pelo alimento pode melhorar seu valor nutricional, através de um possível aumento na digestibilidade dos nutrientes (MORAN Jr. 1987; McCRAKEN, 2002).

O uso de dieta peletizada reduz o gasto de energia do consumo, resultando em aumento da taxa de crescimento e na eficiência alimentar (JENSEN et al. 1962). Estes autores verificaram que frangos de corte gastam três vezes mais tempo para ingerir a mesma quantidade de dieta farelada em comparação com a peletizada, em consequência, a energia que seria gasta para o consumo fica disponível para o ganho de peso.

O desperdício das dietas peletizadas é reduzido em 18% em relação às dietas fareladas, sendo essa redução ocasionada devido a uma maior agregação da partículas, impedindo a separação, seleção ou consumo de ingredientes de maior preferência (GADZIRAYI et al., 2006). Ao processo de expansão dos *pellets*, além dos mesmos efeitos atribuídos para as dietas peletizadas é atribuída a vantagem de se produzir menos finos (DALE, 1996).

A qualidade dos *pellets* é um tema de grande importância para os pesquisadores e produtores de dietas, devido a sua grande influência no desempenho animal e consequentemente na relação custo benefício da utilização de dietas peletizadas. Segundo Reimer (1992), a qualidade do *pellet* é dependente dos seguintes fatores: formulação da dieta, tamanho de partícula, condicionamento, especificações técnicas, e resfriamento e secagem.

O método de avaliação da qualidade dos *pellets* utilizado pela indústria da alimentação animal é a análise de *Pellet Durability Index* (PDI). Este é um teste simples onde os *pellets* íntegros são colocados em um compartimento que simula o transporte e manuseio deste material durante um período de tempo pré estabelecido. Quanto maior o valor de PDI, menor a porcentagem de finos (BRIGGS et al., 1999).

A gelatinização do amido pode aumentar a qualidade do *pellet*, por tornar mais viscosa a massa durante o processo de produção, a gelatinização do amido pode ser avaliada pelo Índice de Absorção de Água (IAA). Como é conhecido, o amido nativo não absorve água a

temperatura ambiente sendo sua viscosidade praticamente nula. Entretanto, o amido que sofreu processos térmicos e físicos absorve água rapidamente formando uma pasta a temperatura ambiente, a qual é formada por macromoléculas solubilizadas e também inclui partículas intumescidas por água (gel) (SEBIO, 1996).

#### **1.4 Farelo de Arroz**

A busca por alimentos alternativos para substituir o milho e o farelo de soja, visando a reduzir os custos de produção, tem sido uma preocupação generalizada no sistema de produção e pesquisa avícola no Brasil e no mundo. Um alimento alternativo de grande destaque para a alimentação de animais é o FA, produzido em grandes quantidades no país.

O FA, proveniente do beneficiamento do arroz, mostra-se como ingrediente interessante para alimentação de aves (VIEIRA et al., 2007). De acordo com Santos et al. (2004) o FA é uma matéria-prima disponível no mercado brasileiro, e pode ser utilizado nas dietas, para diminuir os custos de produção, substituindo o milho.

O FA é o subproduto do polimento ou beneficiamento do arroz, constituído de pericarpo, testa, aleurona e gérmen, além de quantidade variável de amido, dependendo do grau de polimento (SCHOULTEN et. al., 2003). Sua obtenção é mais especificamente na etapa de brunição, onde o arroz já descascado, integral, é lixado por máquinas compostas por pedras abrasivas que retiram o farelo, o qual é composto pelo germe e película (Fig. 1) e separam o arroz branco do FA (EMBRAPA, 2004). Para complementar a brunição, é realizada a homogeneização, que retira o farelo ainda aderido aos grãos com o auxílio de pulverização de água e ar (Bragantini & Vieira, 2004).

O farelo representa cerca de 5-8% do total do grão de arroz, é umas das partes mais nutritivas do grão, fonte de proteínas, fibras dietéticas, compostos funcionais como o orizanol e tocotrienos, além de lipídeos (JULIANO,1994).



Figura 1. Casca, farelo e endosperma do grão de arroz (JOSAPAR, 2014).

A composição química do FA depende de fatores associados à própria constituição do grão ou ao processo de beneficiamento. A variedade genética e as condições ambientais nas quais a planta foi cultivada também influenciam a composição química e a distribuição dos componentes químicos do grão de arroz (CARVALHO; BASSINELO, 2006). O farelo em sua forma bruta contém óleo, sendo denominado farelo de arroz integral (FAI). Denardin et al. (2003) verificaram que os farelos resultantes de grãos brancos polidos possuem maior aporte energético e proteico do que aqueles resultantes de grãos parboilizados, podendo ter seu uso direcionado conforme a fonte de obtenção. Com a intenção de comercializar o óleo de forma separada, o óleo é extraído através de solventes químicos ou por esmagamento, resultando em farelo de arroz desengordurado (FAD), correspondente a 82% do FAI.

O farelo de arroz parboilizado (FAP), obtido após o processo de parboilização não necessita de tratamento térmico adicional para ser utilizado na alimentação, uma vez que este processo pode inativar enzimas responsáveis pela degradação dos lipídios (Silva et al. 2006)

Rostagno et al. (2011) apontam a composição bromatológica do FA com 89,34% de matéria seca, 13,13% de proteína bruta e 4.335 kcal/kg-1 de energia bruta. Entretanto ainda que a composição químico-bromatológica do FA seja comparável à do milho, o valor nutritivo pode ser inferior devido à presença de fatores antinutricionais como o fitato, lipases e substâncias antiproteolíticas.

De acordo com Warren e Ferrell (1990), a substituição do milho pelo FA em dietas para frangos de corte não deve ultrapassar o nível de 20% para que não ocorram prejuízos no desempenho.

Ao avaliarem a inclusão de até 6,5% de FAI em dietas para frangos de corte, Cancherini et al. (2008) observaram resultados de desempenho semelhantes aos obtidos para

frangos arraçoados com dietas de milho e farelo de soja, possibilitando a utilização deste subproduto do arroz em dietas para frangos.

### **1.5 Digestibilidade dos nutrientes submetidos a tratamentos térmicos**

O tratamento térmico de dietas aumenta a eficiência de retenção da energia metabolizável aparente, sendo essa melhor eficiência justificada pela melhora na conversão alimentar em frangos de corte (LEMME et al., 2006).

A alimentação com dietas peletizadas pode modificar as exigências energéticas e a eficiência do aproveitamento da energia pelos frangos de corte, principalmente sobre a deposição de proteína e gordura na carcaça (EMMANS, 1987). A peletização da dieta proporciona aumento na digestibilidade dos nutrientes devido à ação mecânica existente e pela temperatura do processo (LÓPEZ; BAIÃO, 2004).

#### **1.5.1 Carboidratos**

Os carboidratos (CHO) perfazem a maior proporção da estrutura das plantas, cerca de 70 a 75%, sendo que os não-estruturais são altamente digestíveis e predominam nas dietas das aves e suínos (LEHNINGER, 1998). O amido representa 70 a 80% do peso dos grãos e é composto por dois polímeros de glicose, amilose e amilopectina que se apresentam em proporções variadas nos cereais. Fatores tanto genéticos como ambientais influenciam no teor de amilose e amilopectina que repercutem na digestibilidade do grão (POND et al., 1995).

A amilose é formada por unidades de glicose unidas por ligações glicosídicas  $\alpha$ -1,4, dando origem a uma cadeia linear. No entanto a amilopectina é formada por unidades de glicose unidas em  $\alpha$ -1,4 e  $\alpha$ -1,6, formando uma estrutura ramificada (ELIASSON, 1996). De acordo com Denardin e Silva (2009), a amilopectina é, estrutural e funcionalmente, a mais importante das duas frações, pois sozinha é suficiente para formar o grânulo de amido, como ocorre em mutantes que são desprovidos de amilose.

Alguns aspectos físico-químicos do amido podem afetar a sua digestibilidade no alimento. De um modo geral, os principais fatores que podem interferir no aproveitamento

deste polissacarídeo incluem: a sua origem botânica, a relação amilose/amilopectina, o grau de cristalinidade, a forma física e o tipo de processamento do amido, assim como interações ocorridas entre esta substância e outros constituintes do alimento (GRANFELDT et al., 1993).

A organização dos componentes da parede celular das leguminosas é um fator primordial na utilização do seu amido, e as células contendo os grânulos apresentam paredes espessas e particularmente resistentes. Segundo Menezes e Lajolo (1995) a integridade da parede celular exerce uma importante função na utilização do amido, atuando como uma barreira física que dificulta o entumescimento, a completa gelatinização dos grânulos e a ação das enzimas digestivas sobre o amido.

As propriedades nutricionais do amido variam consideravelmente entre os diferentes cereais, assim o significado e a importância da gelatinização do amido variam dependendo do tipo de cereal e do processo (VAN SOEST, 1994). O milho possui 25% a 28% de amilose com o restante sendo amilopectina. Em países onde o milho é um alimento importante, o tratamento expansor pode ser uma maneira eficiente de melhorar o valor nutritivo de amido para alimentação animal.

A utilização mais completa do amido requer um maior grau de rompimento do grânulo de amido, que pode ser obtido através do processamento a vapor e pressão. Os tratamentos que envolvem umidade, calor e pressão causam o rompimento da matriz proteica que recobre o grânulo de amido e aumentam a sua eficiência de utilização (GERMANY, 1992; LOBO; SILVA, 2003).

O processo de expansão não afeta a teor de amido por si só, mas o tratamento térmico gelatiniza o amido tornando-o mais acessível à digestão enzimática (VAN SOEST, 1994). No entanto, embora o processo de expansão geralmente gelatinise o amido em uma elevada extensão quantidades limitadas de água no processo podem limitar a gelatinização (PEISKER, 1994).

O processo de expansão pode afetar a digestibilidade dos nutrientes, segundo Moreira et al. (1994) o nível de melhoria na digestibilidade dos nutrientes depende do próprio alimento, do tipo de processamento, do tempo e temperatura de aquecimento, da umidade do alimento, do tamanho da partícula e do nível de inclusão do alimento na dieta.

### 1.5.2 Proteínas

Os processos térmicos também promovem alterações das estruturas terciárias naturais das proteínas, facilitando sua posterior digestão (ARAÚJO, 1999).

De acordo com Mitchell e Areas (1992), durante o processamento térmico as mudanças estruturais nas proteínas ocorrem na seguinte sequência: desnaturação, associação, ruptura de algumas ou todas associações pelo calor e cisalhamento para formar uma solução concentrada ou fase fundida, formação de ligações não covalentes e pontes dissulfeto sobre resfriamento e, transição de regiões amorfas para o estado vítreo se o conteúdo de umidade for suficientemente baixo (CHEFTEL, 1986). A proteína desnaturada é mais sensível a hidrólise pelas enzimas proteolíticas e, em muitos casos a sua digestibilidade e utilização aumentam.

Germany (1992) relata em seu trabalho que os alimentos expandidos têm aumento na digestibilidade de proteínas, uma vez que ocorre a inibição térmica dos inibidores de proteases e a modificação na estrutura terciária da proteína, causando uma redução no tempo de hidrólise da proteína no intestino das aves.

Lima (2007) trabalhando com dietas expandidas para frangos de corte concluiu que o aumento da digestibilidade do amido, e maior solubilidade das proteínas foram responsáveis pelo aumento da energia metabolizável das dietas expandidas para frangos de corte.

A expansão parece não reduzir a digestibilidade de proteínas ou de aminoácidos. No entanto, a lisina, em particular, é susceptível a tratamentos térmicos através da sua reação como açúcares e a formação de produtos de Maillard. Assim, as condições de processamento que favorecem esta reação devem ser evitadas (GERMANY, 1992).

### 1.5.3 Lipídios

A digestibilidade é o fator que mais influencia o valor energético dos lipídios, sendo esta dependente do comprimento da cadeia carbônica, do grau de saturação e da posição dos ácidos graxos na molécula de glicerol (RENNER; HILL, 1960; DOVRIN et al., 1998).

Quando lipídios ou alimentos contendo lipídios são aquecidos na presença de oxigênio, sofrem oxidação devido a degradação dos ácidos graxos. Os radicais livres

produzidos nestas reações de oxidação podem reagir com proteínas, vitaminas ou outros constituintes e reduzir a qualidade nutritiva do alimento (LILLARD, 1983). Porém de acordo com Cheftel (1986), a extensão de hidrogenação e isomerização cis-trans de ácidos graxos durante a extrusão é muito pequena para ser nutricionalmente significativa. A inativação de lipase e lipoxigenase durante a extrusão ajuda a proteger contra a oxidação durante o armazenamento, mas a porosidade dos extrusados é prejudicial com respeito à rancidez.

A expansão também pode contribuir com o aumento da utilização energética de lipídios contidos nos alimentos que compõem as dietas. A significativa redução da concentração de microorganismos, pelo condicionamento da alta temperatura em curto período de tempo (HTST- High Temperature Short Time) é também de fundamental importância, uma vez que muitas espécies de bactérias que contaminam os alimentos produzem lipases, que hidrolisam os triglicerídios dos óleos e gorduras, que conseqüentemente aumentam a concentração de ácidos graxos livres, reduzindo seus valores energéticos. A expansão também proporciona a inativação de enzimas, como as lipoxidases, responsáveis pela oxidação lipídica (GERMANY, 1992).

O mecanismo de interação entre a amilose e os lipídeos atribui-se à formação de associações por inclusão do lipídeo no interior da cadeia de amilose, que adota uma conformação em dupla hélice com estrutura parcialmente cristalina. Este complexo compete com a cristalização da amilose, deixando menor quantidade deste polissacarídeo livre para a formação de pontes de hidrogênio com outras cadeias de amilose (SKRABANJA, 1998; POMERANZ, 1992).

## **CAPITULO 2**

### **Avaliação de processos térmicos em dietas para frangos de corte com diferentes composições**

#### **Resumo**

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e com a inclusão de 20% Farelo de Arroz Parboilizado (FAP) com diferentes processamentos. O delineamento utilizado foi em esquema fatorial 2x3, dois tipos de dietas (milho e a outra com a inclusão de 20% de FA) e três tipos de processos, sendo dietas fareladas, peletizadas e expandidas peletizadas, todas isonutritivas. As dietas foram peletizadas a temperatura de 85°C e expandidas em uma faixa de temperatura de 110°C a 115°C. O estudo foi realizado em aviário experimental composto por 96 boxes experimentais, cada unidade experimental foi composta por 40 frangos de corte machos da linhagem Cobb 500 com um dia de idade. Foram utilizados seis tratamentos com 16 repetições. Foram analisadas as variáveis de desempenho e o rendimento de carcaça aos 42 dias de idade. As médias quando apresentaram diferenças a nível de 5% de significância foram comparadas pelo teste de Tukey. Aves alimentadas com dietas à base de milho apresentaram melhor conversão alimentar, índice de eficiência produtiva e rendimento de carcaça quando comparadas as aves que receberam dietas contendo 20% de FAP. O uso do expandir no processo de fabricação de dietas para frangos de corte melhorou os índices de desempenho, proporcionando melhora na conversão alimentar em comparação às aves alimentadas com dietas fareladas no período de 1 a 42 dias de idade.

Palavras-chave: peletização, desempenho de frangos de corte, farelo de arroz, carcaça

## **Thermal process evaluation in diets for broilers with different compositions**

### **Abstract**

This study was conducted to evaluate the performance and yield of broiler carcass fed diets based on corn and with the inclusion of 20% rice bran parboiled (RBP) and different processes. The design was used a completely randomized experimental design in a 2x3 factorial arrangement, two diets (one based on corn and the other with the inclusion of 20% RBP) and 3 types of processes, and mash diets, pelleted and expanded pelleted, all isonutritives. Diets were pelleted at temperature of 85 °C and expanded in a temperature range of 110 ° C to 115 ° C The experimental study was performed on experimental avian composed of 96 boxes, each replicate consisted of 40 male broiler chicks Cobb 500 one day old. 6 treatments with 16 replications were used. Performance variables and carcass yield at 42 days of age were analyzed. The mean they when presented differences in 5% significance were compared by Tukey test. Broilers fed diets of corn had better feed conversion, productive efficiency index and carcass yield when compared to broilers fed diets containing 20% RBP. The use of the expander in diets for broilers in manufacturing process provide better performance index and feed conversion major compared to the broilers fed with mash diet in the period 1-42 days old.

Keywords: pelletizing, broiler performance, rice bran parboiled, carcass

## Introdução

A alimentação é um dos fatores mais relevantes na produção de frangos de corte. O milho e o farelo de soja são ingredientes básicos nas formulações para aves, e estes ingredientes possuem custos altos na formulação devido a sua elevada inclusão, variando de preço em função de uma série de fatores ditados pelo mercado e pelo clima. Assim, existe uma busca constante dos pesquisadores para melhor aproveitar os nutrientes fornecidos por esses ingredientes bem como a busca de ingredientes alternativos.

O farelo de arroz (FA), proveniente do beneficiamento do arroz, mostra-se como ingrediente alternativo para a alimentação de aves (VIEIRA et al., 2007). De acordo com Santos et al. (2004), o FA é uma matéria-prima disponível no mercado brasileiro, e pode ser utilizado nas dietas, para diminuir os custos de produção, substituindo o milho, que é a matéria prima que mais dispende custos às dietas avícolas. O farelo representa cerca de 5-8% do total do grão de arroz, é umas das partes mais nutritivas do grão, fonte de proteínas, fibras dietéticas, compostos funcionais como o orizanol e tocotrienos, além de lipídeos (JULIANO,1994). O farelo de arroz parboilizado (FAP), obtido após o processo de parboilização não necessita de tratamento térmico adicional para ser utilizado na alimentação, uma vez que este processo pode inativar enzimas responsáveis pela degradação dos lipídios (SILVA et al. 2006).

O processamento das dietas, é uma forma de melhor aproveitar os nutrientes fornecidos pelos alimento, primeiramente pela mudança na estrutura química do alimento e também pela mudança física de fornecimento a ave. O principal modo de ação é, sem dúvida, a influência do processamento sobre a digestibilidade dos nutrientes (McCRAKEN, 2002). Os principais processamentos utilizados são a peletização, a expansão e a extrusão.

Dietas peletizadas são as dietas fareladas, prensadas sob alta temperatura, onde são pré-cozidas e, posteriormente, moldadas na forma de pequenos cilindros ou pellets. Ao processo de peletização são atribuídos diversos benefícios, como maior digestibilidade de carboidratos e proteínas da dieta, menor gasto de energia de manutenção, redução do desperdício e diminuição da contaminação microbiana na dieta (NILIPOUR, 1993; GADZIRAYI et al., 2006).

No processo de expansão são adicionados todos os benefícios da peletização a expansão e aumenta, significativamente, a capacidade da peletizadora (KLEIN, 1999).

Segundo López e Baião (2004) a expansão inclui o condicionamento com vapor, que hidrata e aquece o alimento produzindo calor adicional antes da peletização, sendo que a intensidade do tratamento térmico determina o grau de modificação do amido, gelatinização, a disponibilidade do conteúdo celular para digestão.

Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar o desempenho zootécnico e o rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas com a inclusão de 20% de FAP e com diferentes processamentos, dietas fareladas, peletizadas e expandidas peletizadas.

## **Material e Métodos**

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizados 3840 frangos de corte machos de um dia de idade da linhagem Cobb 500, oriundos de um incubatório comercial e o período experimental foi de 1 a 42 dias de idade das aves.

Para a avaliação de desempenho foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3), dois tipos de dietas (a base de Milho e com 20% de FAP) e três processos térmicos (Sem tratamento térmico-Farelada, Peletizada, Expandida Peletizada) totalizando seis tratamentos com 16 repetições, sendo a unidade experimental composta por 40 aves.

A composição dos seis tratamentos constituiu: Dieta sem tratamento térmico na forma física farelada a base de milho, dieta Peletizada a 85°C na forma triturada a base de milho, dieta Expandida Peletizada na faixa de 110 a 115°C na forma triturada a base de milho, Dieta sem tratamento térmico na forma física farelada com a inclusão de 20% de FAP, dieta Peletizada a 85°C na forma triturada com a inclusão de 20% de FAP, dieta Expandida Peletizada na faixa de 110 a 115°C na forma triturada com a inclusão de 20% de FAP.

Este estudo foi realizado em aviário experimental com pressão negativa, orientação leste-oeste e piso de concreto. Um lado do aviário equipado com cinco exaustores e ao longo do aviário ventiladores distribuídos e sistema de nebulização.

O aviário é dividido em 96 box cada um medindo 4m<sup>2</sup> (2m de largura por 2m de comprimento). Cada box possui bebedouros tipo niple e um comedouro semi-automático. O aquecimento das aves na fase inicial foi realizado por meio de fôrnelha a lenha. O material

utilizado como cama aviária foi casca de arroz. As aves receberam água e dieta *ad libitum* durante todo o período experimental.

O período experimental foi dividido em quatro fases: fase pré inicial (1 a 7 dias), fase inicial (8 a 21 dias), fase de crescimento (22 a 35 dias) e fase final (36 a 42 dias de idade).

As dietas foram processadas em uma única linha de produção de uma fábrica de rações comercial, sendo esta equipada com expandir e peletizadora. As dietas foram todas formuladas de forma que foram isonutritivas, ocorrendo apenas variações entre os tipos de ingredientes.

Tanto as dietas peletizadas com as expandidas peletizadas foram submetidas a uma temperatura de 85°C no condicionador. As dietas expandidas peletizadas foram expandidas em uma faixa de temperatura de 110 a 115°C. Houve a inclusão de 1,5% de água no condicionador, com a finalidade de favorecer a gelatinização do amido e o processo. O tempo que a mistura permaneceu no condicionador e no retentor foi de 50 segundos.

Após a peletização a dieta foi resfriada até que a mesma obtivesse temperatura inferior ou igual a 22°C. As dietas que passaram pelo processo de peletização foram trituradas, nas fases pré-inicial e inicial. A composição nutricional e centesimal das dietas se encontra na tabela 1.

As variáveis analisadas de desempenho zootécnico peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo e conversão alimentar (CA) foram mensuradas ao final de cada fase. As variáveis de ganho de peso corporal diário (GPD), PC, GP, consumo, viabilidade criatória (VC) e Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foram analisadas ao final do período total (1 a 42 dias). A mortalidade foi registrada diariamente e analisada ao final do período total. O IEP foi analisado de acordo com a seguinte equação:  $IEP = GPD \times (100 - \% \text{ mortalidade}) / C.A \times 10$ .

No final do período experimental (42 dias), 20 aves por tratamento foram selecionadas para avaliação de rendimento de carcaça (RC). Para a avaliação de rendimento de carcaça, o delineamento experimental utilizado foi semelhante ao da avaliação de desempenho, porém cada ave representou uma unidade experimental totalizando 20 repetições por tratamento.

As aves destinadas à avaliação de carcaça foram selecionadas de acordo com o peso médio do tratamento. Foram selecionadas as aves que estavam com o peso no intervalo de até 2,5% para mais ou para menos do peso médio do tratamento, as aves foram selecionadas identificadas e submetidas a jejum de sólidos por 8 horas. Todas as aves foram pesadas individualmente e encaminhadas para um frigorífico comercial onde foram abatidas de acordo com os procedimentos de abate humanitário.

As aves foram insensibilizadas e em seguida realizada a sangria seguida da escalda, depena e evisceração mecânica. A carcaça foi considerada a ave eviscerada, sem cabeça, pescoço, pés e gordura abdominal. O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso da carcaça ao peso da ave viva após o jejum.

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F. Quando ocorreram diferenças significativas ao nível de 5% de significância, foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey. As análises foram realizadas com o programa SAS (2001).

## **Resultados e Discussão**

Houve interação significativa ( $P < 0,05$ ) entre os fatores estudados sobre as variáveis de PC e GP (Tabela 2).

Aos 42 dias de idade não houve interação significativa entre os fatores avaliados, porém o fator processo apresentou diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ). O PC das aves que receberam dietas expandidas foi superior aos demais durante todo o período experimental. De acordo com Leu et al. (1990), o processamento térmico de extrusão é um processo semelhante ao da expansão, pois altera as propriedades da composição fisiológica da fibra da dieta, onde o teor de fibra pode ser reduzido devido à degradação da fibra dietética em fragmentos de menor peso molecular. A degradação macromolecular da fibra pode aumentar a solubilidade e as propriedades funcionais da fibra. Esse fato pode estar relacionado ao fato das aves que foram alimentadas com dietas submetidas ao processo de expansão apresentarem maior peso corporal que as demais, independente do aumento do teor de fibra na dieta. Aos 7 e aos 42 dias não houve interação significativa entre os fatores avaliados sobre o PC das aves, porém os fatores principais apresentaram diferenças significativas, onde ao final da fase pré-inicial (7 dias) já se verificava o maior PC das aves que receberam dietas a base de milho. Este resultado permaneceu nas demais fases de criação. Noy e Sklan (2002) afirmam que a composição da dieta influencia o desenvolvimento do trato gastrointestinal e a utilização de nutrientes em pintos pós-nascimento.

Aves recebendo dietas expandidas à base de milho tiveram seu PC superior as demais no período de 21 e 35 dias. Apenas as aves que consumiram dietas com FAP e expandidas se igualaram a esse tratamento aos 21 e 35 dias de idade. Segundo Peisker (1994), a expansão da dieta além de aumentar a gelatinização do amido, também aumentam a estabilidade da

gordura e a energia metabolizável, proporcionando a diminuição da contaminação microbiana, e também podem aumentar a fibra solúvel, sendo que esses fatores podem explicar o maior peso corporal das aves que receberam dietas expandidas peletizadas.

As aves que receberam dieta na forma farelada e com 20% de FAP tiveram menor PC que as demais no período de 21 e 35 dias. Nesse período aves alimentadas com dieta contendo 20% de FAP e peletizada apresentaram PC inferior às aves que receberam dieta a base de milho e peletizada. Santos et al. (2004) observaram que o nível de 30% de inclusão de FAI na dieta de frangos de corte influenciou negativamente o PC das aves em comparação a aves que foram alimentadas com dieta a base de milho.

Na fase pré-inicial (1 a 7 dias) não houve interação significativa entre os fatores avaliados para as variáveis de PC e GP, porém os fatores principais apresentaram diferenças significativas, fator dieta ( $P=0,0002$ ) e fator processo ( $P<0,0001$ ). No fator dieta observa-se que as aves alimentadas com dietas à base de milho apresentaram GP superior as aves que receberam dieta contendo 20% de FAP. O fator processo demonstrou que as aves alimentadas com dietas expandidas no período de 1 a 7 dias apresentaram maior GP que as alimentadas com dietas apenas peletizadas. As aves que receberam dieta na forma farelada apresentaram menor GP no período.

Na fase inicial (8 a 21 dias) de criação, houve interação significativa ( $P<0,05$ ) entre os fatores avaliados sobre o GP. As aves alimentadas com dietas expandidas, independente da composição, apresentaram GP superior que as demais. As aves alimentadas com dieta com 20% de FAP na forma farelada foram às aves que tiveram menor GP. De acordo com Beyer et al. (2000) a força de cisalhamento do expander permite o aumento de nutrientes acessíveis aos animais que antes estavam inacessíveis dentro do material celular dos grãos, o que permite melhor aproveitamento dos nutrientes e pode explicar o maior GP das aves que receberam dietas na forma expandida peletizada.

Na fase inicial, as aves que receberam dieta a base de milho e peletizada tiveram GP superior quando comparadas as aves que foram alimentadas com dieta contendo 20% de FAP e peletizada.

Na fase de crescimento (22 a 35 dias) e na fase final (36 a 42 dias), não houve interação significativa entre os fatores estudados. Porém na fase de crescimento e final houve diferenças significativas ( $P<0,0001$ ) para os diferentes processos de produção.

Na fase de crescimento, as aves que receberam com dietas expandidas tiveram maior GP do que as que receberam dieta peletizada e farelada, sendo que as aves que receberam dieta na forma farelada tiveram o menor GP nesse período. Esse resultado não se manteve na

fase final onde as aves que receberam dieta na forma farelada tiveram um GP compensatório sendo maior que o das aves que receberam dieta peletizada e expandida. Nessa mesma fase houve diferenças significativas para o fator composição da dieta ( $P=0,0009$ ), onde as aves que receberam dieta a base de milho tiveram maior GP em comparação as aves que receberam dieta com 20% de FAP. Janssen e Carre (1985) indicaram que os componentes fibrosos dos alimentos podem afetar negativamente o crescimento de pintos, o que vem ao encontro desse resultado.

A variável GP, no período total avaliado (1 a 42 dias), não apresentou interação significativa entre os fatores estudados ( $P=0,6729$ ), porém houve diferenças significativas ( $P<0,0001$ ) para os diferentes processos de produção. As aves que receberam dietas expandidas tiveram maior GP do que as que receberam dieta peletizada e farelada, sendo que as aves que receberam dieta na forma farelada tiveram menor GP nesse período. Esse resultado está de acordo com Lecznieski et al. (2001), que verificaram maior GP ( $P<0,0001$ ) em aves alimentadas com dieta peletizada em comparação a aves que receberam dieta farelada aos 43 dias de idade.

O consumo das aves apresentou interação entre as variáveis analisadas nos períodos pré-inicial ( $P=0,0170$ ) e no período inicial ( $P=0,0013$ ). Aves que receberam dieta a base de milho na fase pré-inicial apresentaram consumo inferior ao das aves que receberam dieta com 20% de FAP. O consumo das aves que receberam dieta contendo 20% de FAP expandida foi superior ao das aves que receberam dieta contendo 20% de FAP peletizada, porém semelhante estatisticamente as aves que receberam dieta com a mesma composição na forma farelada. No entanto, esses resultados não concordam com os encontrados por Bedford et al. (1991) que verificaram redução no consumo em aves alimentadas com dietas contendo 20% de FAP. Porém esse aumento no consumo na fase inicial pode estar relacionado a imaturidade do sistema digestório da ave o que pode levar ao aumento da ingestão de dieta para compensar a menor absorção de nutrientes devido ao teor de fibra da dieta (Tabela 3).

Na fase inicial as aves que receberam dietas a base de milho peletizada ou expandida e as que receberam dieta contendo 20% de FAP expandida tiveram consumos semelhantes estatisticamente entre si e superiores aos demais. Nessa fase as aves que consumiram dieta com 20% de FAP farelada apresentaram consumo inferior às aves que consumiram dieta à base de milho na forma farelada e se igualou estatisticamente as aves alimentadas com dietas contendo 20% de FAP peletizada. Souza e López (1994) e Santos et al. (2004), observaram que quanto maior o nível de inclusão de FA na dieta, menor o consumo e o PC das aves, concordando com este estudo, onde avaliando o fator dieta, aves alimentadas com dietas

contendo 20% de FAP apresentaram menor consumo quando comparadas as aves alimentadas com dietas a base de milho.

Nos períodos de crescimento, final e na avaliação do período total de criação não houve interação significativa ( $P>0,05$ ) entre os fatores, porém foram observadas diferenças significativas no estudo dos fatores principais. Aves que receberam dietas a base de milho apresentaram menor consumo em relação às aves que foram alimentadas com dietas contendo 20% de FAP na sua composição, esse resultado se manteve em todas as fases de criação avaliadas. Dietas com maior teor de fibra provocam aumento no consumo das aves (LEE et al., 1971; BALNAVE 1973), isso pode estar ligado a dificuldade de digestão da fibra. O aumento do consumo pode estar relacionado ao teor de fibra do FAP que aumenta a viscosidade da dieta e diminui a absorção dos nutrientes o que pode criar um mecanismo compensatório nas aves, onde a maior ingestão da dieta visa compensar a menor absorção de nutrientes e a energia relacionada ao teor de fibra da dieta.

Analisando o fator processamento foi observado que, na fase de crescimento, as aves que receberam dieta expandida obtiveram maior consumo em comparação as aves que receberam dietas peletizadas ou fareladas, sendo que as aves que receberam dietas na forma farelada foram as que apresentam o menor consumo nesse período. O maior consumo peletizadas em relação à dieta farelada pode ser atribuído ao maior tamanho das partículas, isso facilita a apreensão do alimento impedindo assim a seleção do alimento (SOUZA et al., 2008).

Porém, no período final de criação (36 a 42 dias), as aves que receberam dieta farelada apresentaram maior consumo, sendo este superior ao das aves que consumiram dieta peletizada e expandida. Esse aumento no consumo pode estar relacionado ao fato que dietas peletizadas e expandidas peletizadas apresentarem um maior valor energético disponibilizado pelo processamento térmico e assim o consumo pode ser regulado pelo maior aporte energético, Emmans (1987) verificou que a alimentação com dietas peletizadas pode modificar as exigências energéticas e a eficiência do aproveitamento da energia pelos frangos de corte.

No período total avaliado observa-se que as aves que consumiram dietas na forma peletizada apresentaram menor consumo do que as aves que receberam dieta na forma farelada e as que receberam dietas expandidas. No entanto Oliveira et al. (2011) encontrou resultados contrários aos deste estudo, ao avaliarem o desempenho de frangos de corte, alimentados com dietas de diferentes formas físicas, relataram que frangos de corte

alimentados com dietas expandidas peletizadas ou somente peletizadas apresentam maior consumo no período de 1 a 39 dias em comparação a aves alimentadas com dietas fareladas.

A CA das aves apresentou interação significativa entre os fatores analisados nos períodos pré-inicial e no período inicial (Tabela 3). Aves que receberam dietas com 20% de FAP na forma farelada apresentaram pior CA no período pré-inicial quando comparada as demais nesse período. Aves consumindo dieta a base de milho expandida tiveram CA similar estatisticamente que as aves que receberam dieta a base de milho e peletizada e melhor CA que as demais.

Na fase inicial, as aves que receberam dieta com a inclusão de 20% de FAP na forma farelada, tiveram a pior CA do período se igualando estatisticamente as aves que foram alimentadas com dieta a base de milho na forma farelada. Na fase de crescimento não houve interação significativa entre os fatores ( $P > 0,05$ ), mas houve diferença significativa ( $P = 0,0015$ ) no fator processo, onde aves que receberam dietas fareladas tiveram pior CA do que as aves que receberam dietas peletizadas ou expandidas. Esse resultado pode ser explicado devido ao fato de que a peletização aumenta a eficiência da retenção da energia metabolizável aparente, sendo essa melhora justificada pela melhor CA das aves alimentadas com dietas peletizadas (MCKINNEY; TEETER, 2004; LEMME et al., 2006).

Avaliando a CA no período total (1 a 42 dias), foram observadas diferenças significativas no estudo dos fatores principais. Onde as aves que receberam dieta a base de milho apresentaram melhor CA quando comparadas as aves que receberam dietas contendo 20% de FAP. O fator processo também apresentou diferenças significativas ( $P < 0,0001$ ), onde as aves que receberam dietas expandidas apresentaram melhor CA no período, sendo que a pior CA foi das aves que receberam dieta na forma farelada. Esse resultado é contrário ao encontrado por Cramer et al. (2003) que compararam dietas expandidas e dietas peletizadas e relataram que os diferentes processamentos não afetaram o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias.

A piora na CA das aves que receberam dietas contendo 20% de FAP pode estar atribuída ao elevado percentual de fibra do FAP. Segundo Conte (2003), os polissacarídeos não amiláceos, ou simplesmente fibras, principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo. A dificuldade na digestão da fibra, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes.

A mortalidade e VC avaliadas no período total de produção, não apresentaram interação significativa entre os fatores, porém o fator dieta apresentou influência, as aves que consumiram dietas com 20% de FAP apresentaram maior mortalidade e em consequência menor viabilidade criatória (Tabela 4).

Os fatores principais apresentaram diferenças significativas nas variáveis GPD e IEP, e em ambos, as aves que consumiram dieta a base de milho apresentaram melhores índices de GPD e IEP do que as aves receberam dietas contendo 20% de FAP (Tabela 4). Essa queda de desempenho nas aves que consumiram dietas contendo 20% de FAP pode ser em função da presença de polissacarídeos não-amiláceos presentes no FAP que acabam formando um gel no trato intestinal, afetando negativamente a absorção de nutrientes (VIEIRA et al., 2007).

O tipo de processamento também influenciou em ambas as variáveis, aves alimentadas com dietas expandidas tiveram melhores GPD e IEP do que as demais, e as aves que receberam dieta na forma farelada foram as que apresentaram o pior GPD e pior IEP. Segundo Lutch (2002), a expansão de dietas é responsável por melhorar a qualidade do *pellet*, de promover maior grau de gelatinização do amido, aumento da digestibilidade da gordura e da fibra, e também da energia metabolizável da dieta. Esses fatores podem estarem associados aos melhores resultados de IEP e GPD das aves que receberam dietas expandidas peletizadas.

O RC, não apresentou interação significativa entre os fatores estudados, porém apresentou diferenças significativas em seus efeitos principais (Tabela 4). O rendimento de carcaça de aves que consumiram dietas a base de milho foi superior ao de aves que consumiram dietas com a inclusão de 20% de FAP na sua composição. Esse menor RC pode estar atribuído à dificuldade na digestão da fibra, pois além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes (CONTE, 2003).

O fator processo demonstrou que aves que foram alimentadas com dietas expandidas apresentaram RC superior às aves que receberam dietas na forma farelada. As aves que consumiram dietas peletizadas apresentaram RC semelhante estatisticamente às aves que receberam dietas na forma farelada. Oliveira (2011), avaliando o RC de frangos de corte alimentados com dietas em diferentes formas físicas, encontrou resultado semelhante a este estudo, onde aves alimentadas com a dieta expandida peletizada apresentaram maior RC ( $P < 0,05$ ) se comparadas àquelas que receberam a dieta farelada.

## **Conclusão**

O uso do expander no processo de fabricação de dietas para frangos de corte melhora os índices de desempenho, e proporcionou melhora significativa na conversão alimentar.

A inclusão de 20% de FAP afeta negativamente a conversão alimentar, a mortalidade, o índice de eficiência produtiva, o ganho de peso diário e o rendimento de carcaça de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

**Tabela 1** Composição centesimal e nutricional das dietas fornecidas as aves nos diferentes períodos

Ingredientes (%)	Fases							
	Pré Inicial		Inicial		Crescimento		Final	
	1 a 7 dias		8 a 21 dias		22 a 35 dias		1 a 42 dias	
	Milho	Farelo Arroz	Milho	Farelo Arroz	Milho	Farelo Arroz	Milho	Farelo Arroz
Milho	48,70	30,60	54,42	36,32	61,12	43,22	64,02	46,11
Farelo de Arroz Parboilizado (FAP)	*****	20,00	*****	20,00	*****	20,00	*****	20,00
Farelo de Soja (46% PB)	37,84	35,93	32,06	30,15	25,36	23,27	21,95	19,86
Farinha de Carne	5,22	4,47	4,23	3,48	4,05	3,30	2,74	2,00
Farinha de Penas	*****	*****	*****	*****	2,00	2,00	2,50	2,50
Farinha de Visceras	2,00	2,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,70	3,70
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,26	0,26	0,26	0,26	0,23	0,23	0,20	0,20
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,11	0,11	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08
Acidificante Euroacid	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,20	0,20
Colina Líquida	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03
Calcário 38	0,48	0,66	0,51	0,69	0,54	0,73	0,53	0,71
Sal	0,30	0,31	0,31	0,32	0,23	0,24	0,24	0,25
Bicarbonato de Sódio	0,28	0,24	0,19	0,15	0,15	0,11	0,13	0,09
L-treonina	0,08	0,09	0,07	0,08	0,05	0,07	0,04	0,05
Borra Acidulada de Soja	****	****	****	****	****	****	2,00	2,00
Óleo de Arroz	3,87	4,45	4,22	4,80	1,00	1,00	****	****
Óleo de Aves	*****	*****	*****	*****	2,38	2,93	1,05	1,60
MHA-metionina	0,41	0,42	0,36	0,37	0,31	0,32	0,26	0,27
L-lisina	0,29	0,30	0,13	0,13	0,34	0,35	0,33	0,34
Total	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Nutrientes</b>								
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.000		3.100		3.150		3.150	
Proteína Bruta (%)	24,70		22,45		21,00		20,40	
Cálcio (%)	1,00		0,95		0,87		0,82	
Fósforo Disponível (%)	0,50		0,47		0,42		0,40	
Sódio (%)	0,24		0,22		0,18		0,18	
Lisina Digestível (%)	1,33		1,12		1,06		1,00	
Metionina Digestível (%)	0,52		0,44		0,42		0,40	
Met + Cis Digestível (%)	0,96		0,81		0,77		0,73	
Triptofano Digestível (%)	0,23		0,19		0,19		0,18	
Treonina Digestível (%)	0,86		0,73		0,68		0,65	

<sup>1</sup>Premix Vitamínico: Vitamina A 15.000.000UI/kg; Vitamina D3 5.625.000UI/kg; Vitamina E 87.500g/kg; Vitamina K3 6,25g/kg; Vitamina B1 3,75g/kg; Vitamina B2 10g/kg; Vitamina B6 6,25 g/kg.

<sup>2</sup>Premix Mineral: Ferro 50g/kg; cobre 12g/kg; Manganês 100g/kg; Zinco 100g/kg; Iodo 1.200mg/kg e Selênio 300mg/kg.

**Tabela 2** Peso corporal e ganho de peso de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não farelo de arroz parboilizado e submetidas a diferentes processamentos\*

Fator	Peso Corporal (g)					Ganho de Peso (g)				
	1° dia	7 dias	21 dias	35 dias	42 dias	Pré Inicial 1-7	Inicial 8-21	Crescimento 22-35	Final 36-42	Total 1-42
<b>DIETA</b>										
Milho	45,40	208,33 <sup>a</sup>	1.029,59 <sup>a</sup>	2.303,14 <sup>a</sup>	2.787,20	162,63 <sup>a</sup>	821,26 <sup>a</sup>	1.273,55	484,06 <sup>b</sup>	2.741,80
20% Farelo Arroz	45,37	205,61 <sup>b</sup>	989,07 <sup>b</sup>	2.262,36 <sup>b</sup>	2.777,38	160,24 <sup>b</sup>	783,46 <sup>b</sup>	1.273,30	515,02 <sup>a</sup>	2.732,01
<b>PROCESSO</b>										
Farelada	45,27	197,87 <sup>c</sup>	961,33 <sup>c</sup>	2.198,36 <sup>c</sup>	2.731,10 <sup>c</sup>	152,59 <sup>c</sup>	763,46 <sup>c</sup>	1.237,03 <sup>c</sup>	532,74 <sup>a</sup>	2.685,82 <sup>c</sup>
Peletizada	45,47	209,49 <sup>b</sup>	1.008,99 <sup>b</sup>	2.279,60 <sup>b</sup>	2.765,41 <sup>b</sup>	164,02 <sup>b</sup>	799,50 <sup>b</sup>	1.270,61 <sup>b</sup>	485,81 <sup>b</sup>	2.719,94 <sup>b</sup>
Expandida	45,41	213,55 <sup>a</sup>	1.057,67 <sup>a</sup>	2.370,30 <sup>a</sup>	2.850,36 <sup>a</sup>	168,13 <sup>a</sup>	844,12 <sup>a</sup>	1.312,63 <sup>a</sup>	480,07 <sup>b</sup>	2.804,95 <sup>a</sup>
<b>DIETA * PROCESSO</b>										
Milho Farelada	45,33	199,97	986,69 <sup>c</sup>	2.234,09 <sup>c</sup>	2.737,85	154,63	786,72 <sup>c</sup>	1.247,40	503,76	2.692,52
Milho Peletizada	45,40	209,95	1.035,99 <sup>b</sup>	2.300,60 <sup>b</sup>	2.777,51	164,55	826,04 <sup>b</sup>	1.264,60	474,91	2.730,11
Milho Expandida	45,47	215,07	1.066,09 <sup>a</sup>	2.374,74 <sup>a</sup>	2.848,24	169,70	851,02 <sup>a</sup>	1.308,65	473,50	2.802,77
20% F.A. Farelada	45,21	195,77	935,97 <sup>d</sup>	2.162,63 <sup>d</sup>	2.724,34	150,55	740,21 <sup>d</sup>	1.226,66	561,71	2.679,13
20% F.A. Peletizada	45,54	209,02	981,98 <sup>c</sup>	2.258,60 <sup>c</sup>	2.755,32	163,48	772,95 <sup>c</sup>	1.276,63	496,71	2.709,78
20% F.A. Expandida	45,36	212,03	1.049,25 <sup>at</sup>	2.365,85 <sup>a</sup>	2.852,49	166,67	837,22 <sup>ab</sup>	1.316,60	486,63	2.807,13
<b>Fonte de Variação</b>	.....P Valor.....									
<b>Dieta</b>	0,694	0,0003	<,0001	<,0001	0,4008	0,0002	<,0001	0,9664	0,0009	0,4046
<b>Processo</b>	0,192	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001
<b>Dieta * Processo</b>	0,4790	0,1852	0,0033	0,011	0,6817	0,2714	0,0023	0,1532	0,1056	0,6729
<b>Medias</b>	45,39	206,97	1009,33	2283	2782	161,58	802,36	1273,42	499,54	2736,90
<b>CV%</b>	1,13	1,74	2,34	1,77	2,05	2,16	2,89	2,84	5,05	2,09

\* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferenciam entre si pelo teste de Tukey (P&lt;0,05).

**Tabela 3** Consumo alimentar e conversão alimentar, de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não farelo de arroz parboilizado e submetidas a diferentes processamentos\*

Fator	Consumo Alimentar (g)					Conversão Alimentar				
	Pré Inicial	Inicial	Crescimento	Final	Total	Pré Inicial	Inicial	Crescimento	Final	Total
	1-7	8-21	22-35	36-42	1-42	1-7	8-21	22-35	36-42	1-42
<b>DIETA</b>										
Milho	177,73 <sup>b</sup>	1.123,88 <sup>a</sup>	2.146,33 <sup>b</sup>	1.050,74 <sup>b</sup>	4.498,68	1,093 <sup>b</sup>	1,369 <sup>b</sup>	1,686	2,180	1,641 <sup>b</sup>
20% Farelo Arroz	189,02 <sup>a</sup>	1.083,69 <sup>b</sup>	2.153,71 <sup>a</sup>	1.110,45 <sup>a</sup>	4.535,88	1,182 <sup>a</sup>	1,385 <sup>a</sup>	1,693	2,167	1,661 <sup>a</sup>
<b>PROCESSO</b>										
Farelada	182,60 <sup>b</sup>	1.069,72 <sup>c</sup>	2.119,39 <sup>c</sup>	1.159,87 <sup>a</sup>	4.531,58 <sup>a</sup>	1,198 <sup>a</sup>	1,402 <sup>a</sup>	1,715 <sup>a</sup>	2,192	1,688 <sup>a</sup>
Peletizada	180,80 <sup>b</sup>	1.098,25 <sup>b</sup>	2.132,76 <sup>b</sup>	1.051,22 <sup>b</sup>	4.463,03 <sup>b</sup>	1,103 <sup>b</sup>	1,374 <sup>b</sup>	1,679 <sup>b</sup>	2,174	1,641 <sup>b</sup>
Expandida	186,74 <sup>a</sup>	1.143,39 <sup>a</sup>	2.196,42 <sup>a</sup>	1.030,68 <sup>b</sup>	4.557,22 <sup>a</sup>	1,112 <sup>b</sup>	1,355 <sup>c</sup>	1,674 <sup>b</sup>	2,155	1,625 <sup>c</sup>
<b>DIETA * PROCESSO</b>										
Milho Farelada	177,52 <sup>c</sup>	1.087,20 <sup>b</sup>	2.131,92	1.110,07	4.506,71	1,148 <sup>b</sup>	1,383 <sup>ab</sup>	1,710	2,214	1,674
Milho Peletizada	178,21 <sup>c</sup>	1.134,16 <sup>a</sup>	2.128,15	1.029,17	4.469,70	1,083 <sup>cd</sup>	1,373 <sup>b</sup>	1,683	2,180	1,637
Milho Expandida	177,46 <sup>c</sup>	1.150,28 <sup>a</sup>	2.178,92	1.012,97	4.519,64	1,046 <sup>d</sup>	1,352 <sup>b</sup>	1,665	2,146	1,613
20% F.A. Farelada	187,68 <sup>ab</sup>	1.052,24 <sup>c</sup>	2.106,86	1.209,68	4.556,45	1,247 <sup>a</sup>	1,422 <sup>a</sup>	1,720	2,170	1,701
20% F.A. Peletizada	183,38 <sup>b</sup>	1.062,34 <sup>bc</sup>	2.137,37	1.073,28	4.456,36	1,122 <sup>bc</sup>	1,375 <sup>b</sup>	1,675	2,168	1,645
20% F.A. Expandida	196,02 <sup>a</sup>	1.136,49 <sup>a</sup>	2.213,91	1.048,39	4.594,81	1,177 <sup>c</sup>	1,358 <sup>b</sup>	1,682	2,164	1,637
<b>Fonte de Variação</b> ..... P Valor.....										
<b>Dieta</b>	<,0001	<,0001	0,0005	<,0001	0,0614	<,0001	0,029	0,5064	0,6909	0,0018
<b>Processo</b>	0,0363	<,0001	0,0414	<,0001	0,0005	<,0001	<,0001	0,0015	0,6480	<,0001
<b>Dieta * Processo</b>	0,0170	0,0013	0,172	0,0556	0,172	0,0131	0,0214	0,5471	0,7401	0,3681
<b>Medias</b>	183,38	1104,00	2149,52	1080,59	4517,28	1,137	1,377	1,689	2,174	1,651
<b>CV%</b>	5,05	2,81	2,05	5,27	2,12	5,44	2,52	2,83	7,26	1,81

\*Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferenciam entre si pelo teste de Tukey (P&lt;0,05).

**Tabela 4** Efeito dos tratamentos sobre a Mortalidade, Viabilidade Criatória (VC), Índice de Eficiência Produtiva (IEP), Ganho de Peso Diário (GPD) e Rendimento de Carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não farelo de arroz parboilizado e submetidas a diferentes processamentos\*

Fator	Mortalidade (%)	VC(%)	IEP	GPD	Rend. Carcaça
		1-42 dias		(g)	(%)
<b>DIETA</b>					
Milho	2,34 <sup>b</sup>	97,66 <sup>a</sup>	388,73 <sup>a</sup>	65,28 <sup>a</sup>	73,92 <sup>a</sup>
20% Farelo Arroz	3,65 <sup>a</sup>	96,35 <sup>b</sup>	377,67 <sup>b</sup>	65,05 <sup>b</sup>	73,26 <sup>b</sup>
<b>PROCESSO</b>					
Farelada	2,42	97,58	370,13 <sup>c</sup>	63,95 <sup>c</sup>	72,99 <sup>b</sup>
Peletizada	3,05	96,95	382,80 <sup>b</sup>	64,76 <sup>b</sup>	73,57 <sup>ab</sup>
Expandida	3,52	96,48	396,67 <sup>a</sup>	66,78 <sup>a</sup>	74,21 <sup>a</sup>
<b>DIETA * PROCESSO</b>					
Milho Farelada	2,18	97,82	374,92	64,11	73,57
Milho Peletizada	2,03	97,97	389,09	65,00	73,89
Milho Expandida	2,81	97,19	402,18	66,73	74,31
20% F.A. Farelada	2,66	97,34	365,35	63,79	72,42
20% F.A. Peletizada	4,06	95,94	376,52	64,52	73,25
20% F.A. Expandida	4,22	95,78	391,15	66,84	74,11
<b>Fonte de Variação</b>					
	.....P Valor.....				
<i>Dieta</i>	0,0162	0,0162	0,0015	0,4046	0,0049
<i>Processo</i>	0,3681	0,3681	<,0001	<,0001	0,0002
<i>Dieta * Processo</i>	0,4896	0,4896	0,9368	0,6730	0,2406
<i>Medias</i>	2,99	97,01	383,20	65,17	73,59
<i>CV%</i>	2,60	2,68	4,32	2,08	1,52

\* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferenciam entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

## Referências

- BALNAVE, D. A review of restricted feeding during growth of laying-type pullets. **World's Poultry Science Journal**. v.29, p.354-362, 1973
- BEDFORD, M.R. et al. The effect of pelleting, salt and pentosanase on the viscosity of intestinal contents and the performance of broilers fed ryebased diets. **Poultry Science**. v.70, 1991.
- BEYER, R.S. et al. The effect of feed processing and feed form on animal performance, **in: Proceedings of 61st Minnesota Nutrition Conference**. p.225–235, 2000.
- CRAMER, K.R. et al. Effect of sorghum-based diets subjected to various manufacturing procedures on broiler performance. **Journal Appl. Poultry Res**. v.12, p.404–410, 2003.
- CONTE A.J. et al. Efeito da fitase e xilanase sobre o desempenho e as características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo farelo de arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.
- EMMANS, G.C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.208-227, 1987.
- GADZIRAYI, C.T.; et al. A Comparative Economic Analysis of Mash and Pelleted Feed in Broiler Production under Deep Litter Housing System. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.629-631, 2006.
- JANSSEN, W. M. M. A., and CARRE´ B. Influence of fibre on digestibility of poultry feeds. **in Recent Advances** . London, UK. p.71–88, 1985.
- JULIANO, O.B. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2nd ed. St. Paul, EUA: The American Association of Cereal chemist's inc., p.17-160, 1994.
- LECZNIESKI, J.L. et al. Influência da forma física e do nível de energia da ração no desempenho e na composição de frangos de corte. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.9, n.1, p.6-11, 2001.
- KLEIN, A A. Pontos Críticos no processo de fabricação de ração – Uma abordagem prática. **in. V Simpósio Goiano de Avicultura.**, p 59–77. 1999.

LEMME, A.; WIJTEN, P.J.A.; VAN WICHEN, J. Responses of male growing broilers to increasing levels of balanced protein offered as coarse or pellets of varying quality. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.721-730, 2006.

LEE, P. J. W.; GULLIVER, A. L.; MORRIS, T. R. A quantitative analysis of the literature concerning the restricted feeding of growing pullets. **British Poultry Science**, London, v.12, p.413-437. 1971.

LEU, S., HSIEH, F., PENG, I.C., HUFF, H.E. Expansion of corn extrudates containing dietary fiber: a microstructure study. **Lebensm. Wiss. Technol.**, v. 23, p.165-173. 1990.

LÓPEZ, C. A. A., BAIÃO, N. C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.2, p.214-221, 2004.

LUTCH, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Ind. Avic.**, v.50, p.32-35, 2002.

McCRAKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. **In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value.** Wallingford: Cabi Publishing, p.301-316. 2002.

McKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones. **Poultry Science**. Champaign, v.83, p.1165-1174, 2004.

NILIPOUR, A. La peletización mejora el desempeño? **Industria Avícola**. Illinois, p.42-46, 1993.

NOY, Y., and SKLAN, D. Nutrient use in chicks during the first week posthatch. **Poultry Science**. v.81, p.391-399, 2002.

OLIVEIRA A.A. et al. Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2450-2455, 2011.

PEISKER, M., Influence of expansion on feed components. **Feed Mix**. v. 2, p.26-31, 1994.

SANTOS, R. et al. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 2, p. 517-521, 2004.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. *Journal of Food Engineering*, Essex, v. 75, n. 4, p. 487-491, 2006.

SOUZA, R.M. et al. Efeitos da suplementação enzimática e da forma física da ração sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.2, p.584-590, 2008.

SOUZA, G.A.; LÓPEZ, J. Farelo de arroz integral com fonte de fósforo em rações para frangos de corte. 1. desempenho e produtividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.1, p.73- 84, 1994.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary: 2001. 1 CD-ROM.

VIEIRA, A.R. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.3, p.267-275,2007.

## CAPITULO 3

### **Avaliação do processo de expansão de dietas com diferentes composições frangos de corte sobre a digestibilidade dos nutrientes**

#### **Resumo**

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar o coeficiente de digestibilidade de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e com a inclusão de 20% Farelo de Arroz Parborizado (FAP) e com diferentes processamentos. O delineamento utilizado foi em esquema fatorial 2x3, dois tipos de dieta (uma a base de milho e a outra com a inclusão de 20% de FAP) e três tipos de processos, sendo dietas fareladas, peletizadas e expandidas peletizadas, todas isonutritivas. As dietas foram peletizadas a temperatura aproximada de 85°C e expandidas em uma faixa de temperatura de 110°C a 115°C. O período experimental do ensaio de digestibilidade foi de 1 a 21 dias de idade das aves, foram utilizados 384 frangos de corte machos de um dia de idade da linhagem Cobb 500. Foram utilizados seis tratamentos com 8 repetições de 8 aves cada. Ao 21º dia realizou-se a coleta de conteúdo ileal para análise de digestibilidade. O processo de expansão e de peletização de dietas promoveu melhor desempenho nos frangos de corte aos 21 dias de idade. O processo de expansão de dietas promoveu aumentos nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação ao processo de peletização. A inclusão de 20% de FAP nas dietas promoveu menor desempenho zootécnico e diminuição dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação a aves que recebem dieta a base de milho no período de 1 a 21 dias. O processo de expansão promoveu maior índice de gelatinização do amido nas dietas, aumentou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação ao processo de peletização e promoveu ganhos de desempenho em frangos de corte aos 21 dias de idade.

Palavras-chave: expansão, digestibilidade, desempenho, peletização, farelo de arroz

## **Diets expansion process evaluation with cutting chicken on different compositions nutrient digestibility**

### **Abstract**

This study was conducted to evaluate the digestibility of broiler chickens food diets based on corn and with the inclusion of 20% rice bran parboiled (RBP) and different processes. was used a completely randomized experimental design in a 2 x 3 factorial arrangement, two diets (one based on corn and the other with the inclusion of 20% RB) and 3 types of processes, and mash diets, pelleted and expanded pelleted, all isonutritives.. Diets were pelleted at 85 °C and expanded at 110 °C to 115 °C. The experimental period of the digestibility assay was 1 to 21 days of age. It was used 384 males, a day old, Cobb 500. Six treatments with 8 replicates of eight birds each. At 21 days was held ileal content collection for digestibility analysis. The expansion process and pelleting diets promoted better performance in broilers at 21 days of age. The diets expansion process promoted increases in the digestibility of dry matter, crude protein, ether extract and starch compared to the pelleting process. The inclusion of 20% RBP in the diets promoted lower growth performance and digestibility of dry matter, crude protein, ether extract and starch, compared to broilers that received corn-base diet in the period 1-21 days. The expansion process promoted greater gelatinization index of starch in the diet increased the digestibility of dry matter, crude protein, ether extract and starch compared to the pelleting process and promoted performance gains in broilers at 21 days of age

**Keywords:** growth, digestibility, performance, pelletization, rice bran parboiled

## Introdução

A alimentação representa a maior parte dos custos na produção avícola, pesquisas buscam alternativas para reduzir esses custos o que pode significar maiores lucros para o setor. O aperfeiçoamento de processos de fabricação de dietas e a busca por alimentos alternativos com menores custos visam melhores índices de produtividade e eficiência alimentar em frangos de corte.

O processamento das dietas é amplamente utilizado na indústria, devido ao fato de que o tratamento térmico do alimento pode melhorar seu valor nutritivo. O principal modo de ação é, sem dúvida, a influência do processamento sobre a digestibilidade dos nutrientes (McCRAKEN, 2002). Os principais processamentos utilizados são a peletização, a expansão e a extrusão.

No processo de expansão a dieta é submetida a temperaturas bem mais elevadas que no processo de peletização, podendo chegar a 130°C, por curto período de tempo onde os parâmetros de processamento tais como: umidade, temperatura, pressão e energia eletromecânica no expander influenciam as características físicas e o valor nutricional do alimento. Segundo López e Baião (2004) a expansão inclui o condicionamento com vapor, que hidrata e aquece o alimento produzindo calor adicional antes da peletização, sendo que a intensidade do tratamento térmico determina o grau de modificação do amido, gelatinização, a disponibilidade do conteúdo celular para digestão, absorção e a pasteurização da mistura alimentar.

O farelo de arroz (FA) é o subproduto do polimento ou beneficiamento do arroz, do qual é constituído de pericarpo, testa, aleurona e gérmen, além de quantidade variável de amido, dependendo do grau de polimento (SCHOULTEN et al., 2003) e mostra-se como ingrediente alternativo para alimentação de aves. O farelo de arroz parboilizado (FAP), obtido após o processo de parboilização não necessita de tratamento térmico adicional para ser utilizado na alimentação, uma vez que este processo pode inativar enzimas responsáveis pela degradação dos lipídios (SILVA et al. 2006).

A composição químico-bromatológica do FA é comparável à do milho, porém, o valor nutritivo pode ser inferior devido à presença de fatores antinutricionais como o fitato, lipases e substâncias antiproteolíticas e seu elevado teor de fibra.

O objetivo deste estudo foi avaliar a digestibilidade dos nutrientes em frangos de corte alimentados com dietas contendo 20% de FAP e com diferentes processamentos de produção, comparando-os com dietas a base de milho.

## **Material e Métodos**

Este experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no uso de Animais da Universidade Federal de Santa Maria. Foram utilizados 384 frangos de corte machos de um dia de idade da linhagem Cobb 500, oriundos de um incubatório comercial e o período experimental foi de 1 a 21 dias de idade das aves.

Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial (2x3), dois tipos de dietas (20% de FAP e Milho) e três processos térmicos (Farelada, Peletizada, Expandida Peletizada) totalizando seis tratamentos com 8 repetições, sendo a unidade experimental composta por 8 aves.

A composição dos seis tratamentos consistiu: Dieta sem tratamento térmico na forma física farelada a base de milho, dieta Peletizada a 85°C na forma física triturada a base de milho, dieta Expandida Peletizada na faixa de 110 a 115°C na forma física triturada a base de milho, Dieta sem tratamento térmico na forma física farelada com a inclusão de 20% de FAP, dieta Peletizada a 85°C na forma física triturada com a inclusão de 20% de FAP, dieta Expandida Peletizada na faixa de 110 a 115°C na forma física triturada com a inclusão de 20% de FAP.

O estudo foi conduzido em três baterias experimentais para frangos de corte, cada uma com 20 unidades experimentais, instaladas em sala experimental climatizada com 30 m<sup>2</sup>.

A partir do 17º dia de idade dos frangos foi fornecida as aves dieta com 0,5% de Óxido de Cromo utilizado como marcador de conteúdo ileal.

No 21º dia, 6 aves por repetição foram abatidas para a coleta de digesta ileal (conteúdo intestinal), localizado entre o divertículo de Meckel's e junção ileocecal, conforme procedimento descrito por Zanella et al. (1999).

As dietas foram processadas em uma única linha de produção de uma fábrica de rações, sendo esta equipada com expander e peletizadora. As dietas foram todas formuladas de forma que as fossem isonutritivas, ocorrendo apenas variações entre os tipos de ingredientes e do processamento térmico utilizado.

Tanto as dietas peletizadas como as expandidas peletizadas foram submetidas a uma temperatura de 85°C no condicionador. As dietas expandidas peletizadas foram expandidas em uma faixa de temperatura de 110 a 115°C. Houve a inclusão de 1,5% de água no condicionador, com a finalidade de favorecer a gelatinização do amido e o processo. O tempo que a mistura permaneceu no condicionador e no retentor foi de 50 segundos.

Após a peletização a dieta foi resfriada até que a mesma obtivesse temperatura inferior ou igual a 22°C. As dietas que passaram pelo processo de peletização foram trituradas, com a finalidade de diminuir o tamanho do *pellet* e facilitar a apreensão do alimento pelas aves.

A composição nutricional e centesimal das dietas se encontram na Tabela 1.

Foram analisados por meio de técnica enzimática, descrita pela AOC (2012), os percentuais de glicose, glicídios e índice de gelatinização do amido nas dietas experimentais, os resultados analíticos encontram-se na Tabela 2.

As variáveis de desempenho zootécnico foram: peso corporal (PC), ganho de peso (GP), consumo, conversão alimentar (CA) e mortalidade.

A digesta ileal coletada foi congelada e posteriormente encaminhada ao laboratório bromatológico da empresa JBS juntamente com amostras das dietas experimentais para a determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e amido.

Para a determinação da MS a amostra foi submetida à secagem em estufa por o período de 72 horas a temperatura de 65°C. A PB, EE e o amido foram analisados seguindo métodos oficiais descritos pela AOC (2012). A FB foi analisada seguindo método 18 do Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal (2013). De posse dos resultados laboratoriais foram determinados os coeficientes de digestibilidade ileal da MS, FB, EE e amido. Os cálculos da digestibilidade dos nutrientes foram realizados por intermédio do fator de indigestibilidade do cromo, usado como indicador indigestível.

O teor de cromo nas dietas e no conteúdo ileal foi determinado pelo método descrito por Furukawa e Tsukahara (1966). Os Coeficientes de Digestibilidade dos Alimentos (CDA) foram estimados a partir da análise quantitativa do marcador e de posse do valor de nutrientes presentes no alimento (dieta) e no conteúdo ileal (NOSE, 1966), conforme fórmula a seguir.

$$CDA = 100 - \left[ 100 \left( \frac{\% \text{ marcador na dieta}}{\% \text{ marcador no cont. Ileal}} \times \frac{\% \text{ nutriente no cont. Ileal}}{\% \text{ nutriente na dieta}} \right) \right]$$

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste F. Quando houve diferenças significativas ao nível de 5% de significância, foi aplicado o teste de comparação de médias de Tukey. As análises foram realizadas com o programa SAS (2001).

## **Resultados e Discussão**

Na tabela 3 estão expressos os resultados de desempenho zootécnico no período de 1 a 21 dias. Não houve interação significativa ( $P>0,05$ ), nas variáveis PC, GP, consumo e CA no período de 1 a 21 dias.

O estudo dos fatores principais sobre as variáveis PC e GP apresentou diferenças significativas. Aves que consumiram dieta a base de milho apresentaram PC e GP superior das aves alimentadas com dieta contendo em sua composição 20% de FAP. O fator processamento apresentou diferenças significativas, onde as aves alimentadas com dietas expandidas peletizadas, obtiveram maior PC e GP do que as aves que receberam dietas na forma farelada, aves alimentadas com dietas peletizadas apresentaram GP e PC semelhante estatisticamente às aves que receberam dieta expandida peletizada ou farelada. As dietas peletizadas e expandidas peletizadas foram fornecidas na forma triturada, o que diminui a influencia da forma física no desempenho. As dietas fareladas e trituradas são normalmente utilizadas na fase inicial, pois os pintos nesta fase ainda não são capazes de ingerir *pellets* (THOMAS; VAN DER POEL, 1998). O melhor PC das aves que receberam dietas na forma expandida peletizada está ligado às transformações químicas que o processo realiza no alimento, como aumento na gelatinização do amido, disponibilizando melhor aproveitamento dos nutrientes pelo animal. Resultado semelhante foi encontrado por Oliveira et al. (2011) que constataram que frangos de corte alimentados com dietas expandidas peletizadas apresentam maior GP no período de 1 a 21 dias do que as aves alimentadas com dietas fareladas.

A inclusão de 20% de FAP depreciou o consumo ( $P<0,0001$ ), de acordo com Souza e Lopes (1994), à diminuição no consumo, está associado a perdas de desempenho, pois essa redução ocorre em função da baixa digestibilidade dos polissacarídeos não-amiláceos que compõem a fibra. Esses polissacarídeos, quando não digeridos, aumentam a viscosidade do quimo intestinal, diminuindo a velocidade de passagem do alimento ao longo do trato digestório e, conseqüentemente, determinam menor ingestão de dieta.

A CA no período avaliado de 1 a 21 dias, apresentou diferenças significativas no estudo dos fatores principais. As aves que receberam dieta a base de milho tiveram CA pior

que as aves que receberam dieta com 20% de FAP. No estudo do fator processamento, podemos observar que as aves alimentadas com dietas fareladas apresentaram pior CA quando comparadas as aves que receberam dietas peletizadas ou expandidas peletizadas. A melhora na CA das aves que receberam dietas processadas pode estar relacionada ao fato de que o processamento térmico aumenta a eficiência de retenção da energia metabolizável aparente, sendo essa melhor eficiência justificada pela melhor CA das aves alimentadas com dietas peletizadas ou trituradas (MCKINNEY; TEETER, 2004; LEMME et al., 2006).

Os coeficientes de digestibilidade avaliados estão expressos na tabela 4. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), não apresentou interação significativa entre os fatores. Porém o estudo dos fatores apresentou diferenças significativas, aves que receberam dieta com 20% de FAP apresentaram menor CDMS que as aves alimentadas com dieta a base de milho. No estudo do fator processo encontramos que as aves que receberam dietas expandidas peletizadas apresentaram maior CDMS que aves que receberam dietas apenas peletizadas ou fareladas. Esse resultado difere do encontrado por Lopez et al. (2007) esses autores não encontraram diferenças entre o CDMS de dietas expandidas, peletizadas e fareladas. Porém, Zadari e Sell (1990), obtiveram aumento significativo da digestibilidade da matéria seca nas dietas peletizadas, quando comparadas às dietas fareladas.

Houve interação significativa dos fatores avaliados no estudo do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) ( $P=0,0123$ ). Aves alimentadas com dieta contendo 20% de FAP na forma farelada apresentaram menor CDPB que as demais. O CDPB de aves que receberam dieta a base de milho expandida peletizada foi superior as demais, se igualando estatisticamente as aves alimentadas com dieta expandida peletizada com 20% de FAP. Aves alimentadas com dietas peletizadas apresentaram CDPB semelhante estatisticamente independente da sua composição. De acordo com Moran Jr. (1987), o processamento promove uma alteração das estruturas terciárias das proteínas facilitando a digestão das mesmas, rompendo as pontes de enxofre voláteis na estrutura da proteína, o que resulta em desnaturação e aumento da eficiência das enzimas endógenas. Analisando o CDPB em frangos de corte alimentados com dietas de diferentes formas físicas, Scott et al. (1997) observaram aumento na digestibilidade da proteína em aves alimentadas com dieta peletizada, comparativamente à farelada.

O estudo dos fatores principais, dieta e processo, apresentaram diferenças significativas sobre o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE). Aves alimentadas com dietas peletizadas ou expandidas peletizadas apresentaram melhor CDEE do que as aves alimentadas com dietas fareladas. Segundo Ortiz et al. (1998) o processamento

térmico provoca uma ruptura da parede celular dos grãos, liberando a gordura intracelular, permitindo sua melhor utilização pelas aves. Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com os relatados por Lopez et al. (2007), que observaram melhora na digestibilidade do extrato etéreo quando comparou dietas peletizadas e fareladas.

No estudo do fator principal processo, houve diferenças significativas ( $P=0,0135$ ) no coeficiente de digestibilidade da fibra bruta (CDFB). Aves alimentadas com dietas expandidas peletizadas apresentaram melhor CDFB que aves que receberam dietas na forma farelada. Segundo Hetland et al. (2004) a fração solúvel da fibra pode aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado das aves provocando uma diminuição na digestibilidade e absorção dos demais nutrientes.

Houve interação significativa entre os fatores estudados sobre o coeficiente de digestibilidade do amido (CDA). Aves alimentadas com dieta à base de milho expandida peletizada apresentaram melhor CDA (95,39%) seguido do tratamento das aves que foram alimentadas com dieta expandida peletizada contendo 20% de FAP na sua composição (94,04%). Esse resultado está de acordo com Livesey et al. (1995), que afirmam que com o processamento os alimentos sofrem modificações em sua estrutura física, fazendo o amido ficar mais acessível à ação das enzimas digestivas. Aves que receberam dieta contendo 20% de FAP na forma farelada apresentaram o pior CDA quando comparadas as demais. Germany (1992) relata que a passagem do amido pelo expander proporciona sua hidrolização devido os efeitos do calor, pressão e umidade, o que facilita sua digestão enzimática.

## **Conclusão**

O processo de expansão e de peletização de dietas promove melhora do desempenho em frangos de corte aos 21 dias de idade.

O processo de expansão de dietas promove aumento no coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação ao processo de peletização.

Aves alimentadas com 20% de farelo de arroz parboilizado na composição da dieta no período de 1 a 21 dias apresentaram queda de desempenho e dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação a aves que receberam dieta a base de milho.

**Tabela 1** Composição centesimal e nutricional das dietas fornecidas as aves

Ingredientes (%)	Dietas	
	Milho	Farelo Arroz
Milho	54,42	36,32
Farelo de Arroz Parboilizado	*****	20,00
Farelo de Soja (46% PB)	32,06	30,15
Farinha de Carne	4,23	3,48
Farinha de Visceras	3,00	3,00
Premix Vitamínico <sup>1</sup>	0,26	0,26
Premix Mineral <sup>2</sup>	0,10	0,10
Acidificante Euroacid	0,10	0,10
Colina Líquida	0,06	0,05
Calcário 38	0,51	0,69
Sal	0,31	0,32
Bicarbonato de Sódio	0,19	0,15
L-treonina	0,07	0,08
Óleo de Arroz	4,22	4,80
MHA-metionina	0,36	0,37
L-lisina	0,13	0,13
Total	100,00	100,00
<b>Nutrientes</b>		
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3100	
Proteína Bruta (%)	22,45	
Cálcio (%)	0,95	
Fósforo Disponível (%)	0,47	
Sódio (%)	0,22	
Lisina Digestível (%)	1,12	
Metionina Digestível (%)	0,44	
Met + Cis Digestível (%)	0,81	
Triptofano Digestível (%)	0,19	
Treonina Digestível (%)	0,73	

Premix Vitamínico: Vitamina A 15.000.000UI/kg; Vitamina D3 5.625.000UI/kg; Vitamina E 87,500g/kg; Vitamina K3 6,2 g/kg; Vitamina B1 3,75 g/kg; Vitamina B2 10g/kg; Vitamina B6 6,25 g/kg.

<sup>2</sup>Premix Mineral: Ferro 50g/kg; cobre 12g/kg; Manganês 100g/kg; Zinco 100g/kg; Iodo 1.200mg/kg e Selênio 300mg/kg.

**Tabela 2** Percentuais de glicose total, glicídios totais, amido e índice de gelatinização do amido nas dietas experimentais

Nutriente	Dieta					
	Milho			Farelo de Arroz		
	Farelada	Peletizada	Expandida	Farelada	Peletizada	Expandida
Glicose Total (%)	36,38	37,84	41,59	34,59	36,21	36,37
Glicídios Totais (%)	50,19	52,09	52,31	43,05	42,17	46,55
Amido (%)	32,74	34,06	37,43	31,13	32,59	32,73
Índice de Gelatinização do Amido (%)	46,27	49,74	51,83	43,51	50,21	50,45

**Tabela 3** Variáveis de desempenho, de frangos de corte alimentados com dietas contendo ou não farelo de arroz parboilizado e submetidas a diferentes processamentos\*

Fator	Variáveis de Desempenho				
	Peso Inicial (g) 1º dia	Peso (g) 21 dias	Ganho de Peso (g) 1-21 dias	Consumo Ração (g) 1-21 dias	Conversão Alimentar 1-21 dias
<b>DIETA</b>					
Milho	49,80	1060,38 <sup>a</sup>	1010,58 <sup>a</sup>	1281,41 <sup>a</sup>	1,265 <sup>a</sup>
20% Farelo Arroz	49,63	1023,75 <sup>b</sup>	974,12 <sup>b</sup>	1215,82 <sup>b</sup>	1,245 <sup>b</sup>
<b>PROCESSO</b>					
Farelada	49,40	1019,33 <sup>b</sup>	969,93 <sup>b</sup>	1238,80	1,280 <sup>a</sup>
Peletizada	50,22	1040,39 <sup>ab</sup>	990,17 <sup>ab</sup>	1254,20	1,259 <sup>b</sup>
Expandida	49,52	1066,49 <sup>a</sup>	1016,96 <sup>a</sup>	1252,85	1,229 <sup>b</sup>
<b>DIETA * PROCESSO</b>					
Milho Farelada	49,53	1042,00	992,47	1287,36	1,297
Milho Peletizada	50,66	1057,86	1007,20	1280,32	1,271
Milho Expandida	49,20	1081,28	1032,08	1276,56	1,234
20% F.A. Farelada	49,27	996,65	947,39	1190,24	1,263
20% F.A. Peletizada	49,78	1022,91	973,13	1228,08	1,247
20% F.A. Expandida	49,84	1051,69	1001,84	1229,14	1,225
<b>Fonte de Variação</b>	.....P Valor.....				
<b>Dieta</b>	0,6851	0,0009	0,0009	<,0001	0,0087
<b>Processo</b>	0,194	0,0021	0,0019	0,5928	<,0001
<b>Dieta * Processo</b>	0,1940	0,8163	0,820	0,2671	0,4666
<b>Médias</b>	49,71	1042,07	992,35	1248,62	1,26
<b>Coeficiente de Variação(%)</b>	2,30	3,39	3,53	3,75	2,26

\* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferenciam entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 4** Coeficientes de digestibilidade dos nutrientes calculados na Matéria Seca\*

Fator	Coeficiente de Digestibilidade (%)				
	Matéria Seca	Proteína Bruta	Extrato Etéreo	Fibra Bruta	Amido
<b>DIETA</b>					
Milho	82,39 <sup>a</sup>	77,04 <sup>a</sup>	79,21 <sup>a</sup>	32,43	93,80 <sup>a</sup>
20% Farelo Arroz	80,47 <sup>d</sup>	74,62 <sup>d</sup>	77,22 <sup>d</sup>	33,45	90,97 <sup>d</sup>
<b>PROCESSO</b>					
Farelada	80,05 <sup>c</sup>	71,10 <sup>c</sup>	72,91 <sup>b</sup>	27,58 <sup>b</sup>	90,05 <sup>c</sup>
Peletizada	81,02 <sup>b</sup>	76,24 <sup>b</sup>	80,04 <sup>a</sup>	33,73 <sup>ab</sup>	92,38 <sup>b</sup>
Expandida	83,22 <sup>a</sup>	80,16 <sup>a</sup>	81,69 <sup>a</sup>	37,51 <sup>a</sup>	94,71 <sup>a</sup>
<b>DIETA * PROCESSO</b>					
Milho Farelada	81,46	73,50 <sup>d</sup>	73,96	28,79	92,50 <sup>cd</sup>
Milho Peletizada	81,71	77,28 <sup>bc</sup>	80,98	33,02	93,51 <sup>cd</sup>
Milho Expandida	84,00	80,33 <sup>a</sup>	82,68	35,49	95,39 <sup>a</sup>
20% F.A. Farelada	78,65	70,70 <sup>e</sup>	71,86	26,36	87,61 <sup>e</sup>
20% F.A. Peletizada	80,33	75,20 <sup>cd</sup>	79,10	34,45	91,26 <sup>d</sup>
20% F.A. Expandida	82,44	79,98 <sup>ab</sup>	80,70	39,53	94,04 <sup>b</sup>
<b>Fonte de Variação</b>					
<i>Dieta</i>	<,0001	<,0001	0,0040	0,6942	<,0001
<i>Processo</i>	<,0001	0,0002	<,0001	0,0135	<,0001
<i>Dieta * Processo</i>	0,0993	0,0123	0,9897	0,6942	<,0001
<i>Médias</i>	80,59	74,77	77,34	31,39	91,14
<i>Coeficiente de Variação(%)</i>	0,90	1,98	2,13	6,14	0,91

\* Médias seguidas por letras distintas na mesma coluna diferenciam entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

## Referências

BEYER, R.S. et al. The effect of feed processing and feed form on animal performance, **in**: Proceedings of 61st Minnesota Nutrition Conference. p.225–235, 2000.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL 2013. Sindirações, São Paulo, 2013.

DENARDIM, C.C. SILVA. L.P da. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Marisa, v.39, n.3, p.945-954,2009.

FUKURAWA, A.; TSUKAHARA, H. On the acid digestion for the deterioration of chromic oxide as an index substance in the study of fish feed. **Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries**, v. 32, p. 502-506, 1966.

GERMANY, M.P .Physical and chemical changes during expansion. **Feed International**, p 16–23, 1992.

HETLAND, H. et al. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, New York, v.60, p.415-422. 2004.

LEMME, A. et al. Responses of male growing broilers to increasing levels of balanced protein offered as coarse or pellets of varying quality. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.721-730, 2006.

LIVESEY G. et al. Influence of the physical form of barley grain on the digestion of its starch in the human small intestine and implications for health. **Am J Clin Nutr**, v.61, p.75-81, 1995.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.56, n.2, p.214-221, 2004.

LÓPEZ, C.A.A. et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

McKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. Prediction of consequential formulation dead zones. **Poultry Science**. Champaign, v.83, p.1165-1174, 2004.

MCCRACKEN, K.J. Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets. **In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value**. Wallingford: Cabi Publishing, p.301-316, 2002

MORAN Jr., E.T. Pelleting: affects feed and its consumption. **Poultry Science**, Champaign, v.5, p.30-31, 1987.

NOSE, T. Recent advances in the study of fish digestion in Japan. **In: Symposium On Feeding Trout And Salmon Culture, Belgrade. Proceedings...** Belgrade: EIFAC, Ed.7, p. 17, 1966.

OLIVEIRA A.A. et al. Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2450-2455, 2011.

Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (2012) 19th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, 2012.

ORTIZ, L.T.; REBOLE, A.; RODRIGUEZ, E. Effect of chicken age on the nutritive value of diets with graded additions of full-fat sunflower seeds. **British Poultry Science**, v.29, p.530-535, 1998.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, p.89-94, 2011.

SCHOULTEN, N.A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1380-1387, 2003

SINGH, N. et al. Diversity in amylopectin structure, thermal and pasting properties of starches from wheat varieties/lines. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.45, p. 298-304, 2003.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary: 2001. 1 CD-ROM.

SCOTT, T.A.; SWIFT, M.L.; BEDFORD, M.R. The influence of feed milling, enzyme supplementation, and nutrient regimen on broiler chick performance. **J. Appl. Poult. Res.**, v.6, p.391-398, 1997.

SOUZA, G. A.; LOPEZ, J. Farelo de arroz integral como fonte de fósforo em rações para frangos de corte.1. Desempenho e produtividade animal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 1, p.73-84, 1994.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. *Journal of Food Engineering*, Essex, v. 75, n. 4, p. 487-491, 2006.

THOMAS, M.; VAN DER POEL, A. F. B. Physical quality of pellet animal feed. 1. Criteria for pellet quality. **In:** Physical quality of pellet animal feed: a feed model study. Wageningen Agricultural University, p.19-46, 1998.

ZATARI, I.M.; SELL, J.L. Effects of pelleting diets containing sunflower meal on performance of broiler chickens. **Animal Feed Science Technology**, v.30, p.121-129, 1990.

ZANELLA, I. et al. Effect of enzyme supplementation of broiler diets based on corn and soybeans. **Poultry Science**, v.78, n.4, p.561-568, 1999.

## CAPITULO 4

### DISCUSSÃO

A condução desse estudo permitiu alcançar muitos resultados referentes ao processamento de dietas para frangos de corte com a inclusão ou não de FAP.

No primeiro estudo que está descrito no Capítulo 2 foi possível avaliar os resultados zootécnicos e rendimento de carcaça de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, alimentados com dietas contendo ou não FAP e com dietas submetidas a diferentes processamentos (farelada, peletizada e expandida peletizada). Na variável Peso corporal (PC) e ganho de peso (GP) aos 42 dias de idade houve diferenças significativas no fator principal processo ( $P < 0,0001$ ), aves alimentadas com dietas expandidas peletizadas apresentaram maior PC do que as aves alimentadas com dietas peletizadas, sendo que as aves que foram alimentadas com dietas na forma farelada apresentaram o menor resultado de PC e GP. Esse resultado está de acordo com Peisker (1994) que afirma que expansores de rações além de aumentar a gelatinização do amido, aumentam a estabilidade da gordura, aumentam a energia metabolizável, proporcionam diminuição da contaminação microbiana, e também podem aumentar a fibra solúvel, sendo que esses fatores podem explicar o maior PC das aves que receberam dietas expandidas peletizadas. Avaliando o fator dieta no período total (1 a 42 dias) não foram encontradas diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre o PC e o GP de frangos alimentados com dietas contendo ou não 20% de FAP.

As variáveis consumo e conversão alimentar (CA), avaliadas ao final do período total de criação (1 a 42 dias) de frangos de corte não apresentaram interação significativa entre os fatores estudados. O fator principal processo apresentou diferenças significativas para as variáveis consumo e CA no período total ( $P = 0,0005$  e  $P < 0,0001$ ). As aves alimentadas com dietas peletizadas apresentaram maior consumo nesse período que as demais. A CA das aves alimentadas com dietas expandidas peletizadas foi melhor quando comparada a das aves alimentadas com dietas apenas peletizadas. As aves que receberam dieta na forma farelada apresentaram pior CA nesse período que as demais. Esse resultado pode ser explicado devido ao fato de que a peletização e a expansão aumentam a eficiência de retenção da energia metabolizável aparente, sendo essa melhor eficiência justificada pela melhor CA das aves

alimentadas com dietas peletizadas ou expandidas peletizadas (MCKINNEY; TEETER, 2004; LEMME et al., 2006).

Aves alimentadas com dietas contendo 20% de FAP na sua composição apresentaram pior CA quando comparadas as aves que receberam dietas com sua constituição a base de milho no período de 1 a 42 dias. A piora na CA das aves que foram alimentadas com dietas contendo 20% de FA pode estar atribuída ao elevado percentual de fibra do FAP, segundo Conte (2003), os polissacarídeos não amiláceos, ou simplesmente fibras, principais constituintes da parede celular dos alimentos de origem vegetal, não podem ser digeridos pelas aves, devido à natureza de suas ligações, sendo resistentes à hidrólise no trato digestivo. A dificuldade na digestão da fibra, além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes.

Os fatores principais apresentaram diferenças significativas nas variáveis de ganho de peso diário (GPD) e no índice de eficiência produtiva (IEP), avaliados no período total (1 a 42 dias), sendo que em ambos as aves que consumiram dieta a base de milho apresentaram melhor desempenho do que as aves que foram alimentadas com dietas contendo 20% de FA. O tipo de processamento também influenciou em ambas as variáveis, aves alimentadas com dietas expandidas tiveram melhores GPD e IEP do que as demais, e as aves que receberam dieta na forma farelada foi o que apresentou pior GPD e pior IEP. Segundo Lutch (2002), a expansão de dietas é responsável por melhorar a qualidade do *pellet*, de promover maior grau de gelatinização do amido, aumento da digestibilidade da gordura e da fibra, e também da energia metabolizável da dieta esses fatores podem estarem associados aos melhores resultados de IEP e GPD das aves que receberam dietas expandidas peletizadas

O rendimento de carcaça (RC), apresentou diferenças significativas apenas em seus efeitos principais. O RC de aves que consumiram dietas a base de milho foi superior ao de aves que consumiram dietas a com a inclusão de 20% de FA na sua composição. Esse menor RC pode estar atribuído à dificuldade na digestão da fibra, pois ela além de reduzir a energia do alimento, pode prejudicar a utilização de todos os outros nutrientes (CONTE, 2003).

O fator processo demonstrou que aves que receberam dietas expandidas apresentaram RC superior às aves que receberam dietas na forma farelada. As aves que consumiram dietas peletizadas apresentaram RC semelhante estatisticamente às aves que receberam dietas na forma farelada. Oliveira (2011), avaliando o RC de frangos de corte alimentados com dietas de diferentes formas físicas encontrou resultado semelhante a este trabalho, onde aves alimentadas com a dieta expandida peletizada apresentaram maior RC ( $P < 0,05$ ) se comparadas àquelas que receberam a dieta farelada.

No segundo estudo que esta descrito no Capítulo 3 foi avaliado as variáveis de desempenho zootécnico e digestibilidade dos nutrientes de frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade alimentados com dietas com 2 composições (a base de milho e com a inclusão de 20% de FAP) e submetidas a três processos (dietas fareladas, peletizadas e expandidas peletizadas).

As aves que consumiram dieta a base de milho apresentaram PC e GP superior às aves que receberam dieta contendo 20% de FAP. O fator processamento apresentou diferenças significativas, onde as aves que receberam dietas expandidas peletizadas, obtiveram maior PC e GP do que as aves que receberam dietas na forma farelada. Aves que receberam dietas peletizadas apresentaram GP e PC semelhante estatisticamente às aves que receberam dieta expandida peletizada ou farelada.

Aves que receberam dietas contendo 20% de FAP apresentaram menor consumo e menor CA quando comparadas as aves que receberam dietas a base de milho. Essa menor CA esta associada ao menor consumo e ao menor GP dessas aves. Este fato pode estar associado ao nível de fibra da dieta de acordo com Souza e Lopes (1994), à diminuição no consumo de dieta, e também a perdas de desempenho, pois essa redução ocorre em função da baixa digestibilidade dos polissacarídeos não-amiláceos que compõem a fibra. O estudo do fator principal processo apresentou diferenças significativas na CA das aves. Aves alimentadas com dietas fareladas apresentaram pior CA do que as aves que foram alimentadas com dietas peletizadas ou expandidas peletizadas.

No estudo da digestibilidade dos nutrientes houve interação significativa dos fatores avaliados no estudo do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS). Aves alimentadas com dieta contendo 20% de FAP na forma farelada apresentaram menor CDPB e CDMS que as demais. O CDPB e CDMS de aves que receberam dieta a base de milho expandida peletizada foi superior as demais, se igualando estatisticamente as aves alimentadas com dieta expandida peletizada com 20% de FAP. De acordo com Moran Jr. (1987), o processamento promove uma alteração das estruturas terciárias das proteínas facilitando a digestão das mesmas, rompendo as pontes de enxofre voláteis na estrutura da proteína, o que resulta em desnaturação e aumento da eficiência das enzimas endógenas. O estudo dos fatores principais, dieta e processo, apresentaram diferenças significativas sobre o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (CDEE). Aves alimentadas com dieta a base de milho apresentaram maior CDEE quando comparadas as aves que receberam dietas com 20% de FAP. No estudo do fator processo foi possível observar que aves alimentadas com dieta expandida peletizada apresentaram maior

CDEE que aves alimentadas com dieta peletizada. Comparando os três processos em estudo foi possível observar que as aves que receberam dieta na forma farelada apresentaram o pior CDEE. Os resultados observados neste trabalho estão de acordo com os relatados por Lopez et al. (2007), que observaram melhora na digestibilidade do extrato etéreo quando comparou dietas peletizadas e fareladas.

No estudo do fator principal processo, houve diferenças significativas ( $P=0,0135$ ) no coeficiente de digestibilidade da fibra bruta (CDFB). Aves alimentadas com dietas expandidas peletizadas apresentaram melhor CDFB que aves alimentadas com dietas na forma farelada. Segundo Hetland et al. (2004) a fração solúvel da fibra pode aumentar a viscosidade da digesta no intestino delgado das aves provocando uma diminuição na digestibilidade e absorção dos demais nutrientes.

Aves alimentadas com dieta à base de milho expandida peletizada apresentaram melhor coeficiente de digestibilidade do amido (CDA) (95,39%) seguidas das aves que receberam dieta expandida peletizada contendo 20% de FA na sua composição (94,04%). Esse resultado está de acordo com Livesey et al. (1995), que afirmam que com o processamento os alimentos sofrem modificações em sua estrutura física, fazendo o amido ficar mais acessível à ação das enzimas digestivas. Aves que receberam dieta contendo 20% de FA na forma farelada apresentaram o pior CDA quando comparadas as demais. Germany (1992) relata que a passagem do amido pelo expander proporciona sua hidrolização devido os efeitos do calor, pressão e umidade, o que facilita sua digestão enzimática.

Os melhores resultados de peso corporal, ganho de peso, conversão alimentar, índice de eficiência produtiva e rendimento de carcaça das aves que consumiram dietas expandidas peletizadas, observada no estudo de desempenho e rendimento de carcaça vem de encontro aos resultados obtidos no estudo de digestibilidade, onde foram encontrados resultados que mostram melhora na digestibilidade dos nutrientes ocasionada pelo processo de expansão de dietas, o que justifica a melhora nos índices de desempenho pelo melhor aproveitamento de nutrientes pela ave.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esse estudo podemos concluir que:

O processo de expansão de dietas promove aumento no coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação ao processo de peletização.

O uso do expander no processo de fabricação de dietas para frangos de corte melhora os índices de desempenho, proporcionando melhora significativa na conversão alimentar em comparação as aves alimentadas com dietas fareladas no período de 1 a 42 dias de idade.

A peletização de dietas favoreceu o desempenho de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade, melhorando os índices de desempenho quando comparado a aves alimentadas com dietas na forma farelada.

A inclusão de 20% de farelo de arroz parboilizado na composição da dieta no período de 1 a 21 dias afetou negativamente o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e amido em relação a aves que recebem dieta a base de milho.

A inclusão de 20% de farelo de arroz parboilizado afetou negativamente a conversão alimentar, a mortalidade, o índice de eficiência produtiva, o ganho de peso diário e o rendimento de carcaça de frangos de corte no período de 1 a 42 dias de idade.

## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos: teoria e prática**. 2. ed. Viçosa:UFV., p 282. 1999

BELLAVER, C., NONES, K. **A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola**. IV Simpósio Goiano de Avicultura. Goiania – GO., p 18, 2000.

BIAGI, J.D. **Tecnologia da peletização da ração**. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.37-59, 1990.

BRAGANTINI, C.; VIEIRA, E.H.N. Cultivo do arroz irrigado: secagem, armazenamento e beneficiamento. 2004. Disponível em: <<http://bit.ly/bUUv15>>. Acesso em: 02 jan. 2015

BRIGGS, J.L. et al. Effect of ingredients and processing parameters on pellet quality. **Poultry Science**, v.78, p.1464-1471, 1999.

CANCHERINI, L.C. et al. Desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo subprodutos do arroz formuladas com base no conceito de proteína bruta e ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 616-623, 2008.

CARVALHO, J. L. V.; BASSINELLO, P. Z. Aproveitamento industrial. In: SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. A cultura do arroz no Brasil. 2. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Cap. 24. P. 1007-1042, 2006.

CHEFTEL, J. C. Nutritional effects of extrusion cooking. *Food Chemistry*, v. 20,n. 4, p. 263-283, 1986. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/p\\_do74ID-0Jl0ZLgMdb.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/p_do74ID-0Jl0ZLgMdb.pdf). Acesso em: 31/02/2015.

CONTE, A.J. et al. Efeito da Fitase e Xilanase sobre o Desempenho e as Características Ósseas de Frangos de Corte Alimentados com Dietas Contendo Farelo de Arroz. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1147-1156, 2003.

DALE, N. Improving nutrient utilization by ingredient and dietary modification. **World Poult.**, v.12, p.33-34, 1996.

DENARDIN, C. C., SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, v.39, n° 3, p. 945-954, 2009.

DENARDIN, C.C. et al. Composição nutricional do farelo de arroz polido e parboilizado. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO**, 3. Anais... Balneário Camburiú, 2003.

DOVRIN, A. et al. **Nutritional aspects of hydrogenated and regular soybean oil added to diets of broiler chickens**. *Poultry Science*, v.77, p.820-825, 1998.

ELIASSON, A.C. **Carbohydrates in food**. New York: Marcel Dekker, 664p, 1996.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Utilização do farelo de arroz. 2004. Disponível em: [http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/folhetos/arroz\\_farelo.pdf](http://www.cnpaf.embrapa.br/publicacao/folhetos/arroz_farelo.pdf) . Acesso em fevereiro 2015.

EMMANS, G. C. Growth, body composition and feed intake. **World's Poultry Science Journal**, v.43, p.208-227, 1987.

FANCHER, B.I., D. ROLLINS, AND B. TRIMBEE. Feed processing using the annular gap expander and its impact on poultry performance. **J. Appl. Poultry Res.** 5: 37C378, 1996.

FRANCISCO, J.L. **Fabricação de Ração Animal**. Rio de Janeiro: Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, 2007. 21p (Dossiê Técnico).

FREITAS, E. R., et al. Valor nutricional do milho termicamente processado, usado na ração pré-inicial para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, 2005.

GADZIRAYI, C.T.; et al. A Comparative Economic Analysis of Mash and Pelleted Feed. **International Journal of Poultry Science**, v.7, p.629-631, 2006.

GERMANY, M. P. Physical and chemical changes during expansion. **Feed International**, p.16-23, 1992.

GRANFELDT Y.E, DREWS A.W, BJÖRCK I.M.E. Starch bioavailability in arepas from ordinary or high amylose corn: concentration and gastrointestinal fate of resistant starch. **J Nutr.**v.123, p.1676-1684, 1993.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, New York, v.60, p.415-422. 2004.

JENSEN, L. S.; MERRIL, L. H.; REDDY, C. V. Observation on eating patterns and rate of food passage of birds fed pelleted and unpelleted diets. **Poultry Science**, Champaign, v. 41, p.1414-1419, 1962.

JOSAPAR. Disponível em: <http://www.josapar.com.br/> . Acesso em: jul.2014.

JULIANO, O.B. (Ed.). **Rice: chemistry and technology**. 2nd ed. St. Paul, EUA: The American Association of Cereal chemist's inc.,p.17-160, 1994.

KLEIN, A.A. Peletização de rações: Aspectos técnicos, custos e benefícios e inovações tecnológicas. **In**. Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2009, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: FACTA, p. 173-193, 2009.

KLEIN, A A. **Pontos Críticos no processo de fabricação de ração – Uma abordagem prática**. V Simpósio Goiano de Avicultura. p 59–77. 1999.

LEHNINGER, A. L. **Princípio de bioquímica**. 4. ed. São Paulo: Savier., p 105.1998.

LEMME, A.; WIJTEN, P. J. A.; VAN WICHEN, J. Responses of male growing broilers to increasing levels of balanced protein offered as coarse or pellets of varying quality. **Poultry Science**, Champaign, v.85, p.721-730, 2006.

LILLARD, D. A. Effect of processing on chemical and nutritional changes in food lipids. **Journal of Food Protection**, v. 46, n. 1, p. 61-67, 1983.

LIMA, M.F. **Efeitos da temperatura de expansão e da peletização no valor energético de rações para frangos de corte**. 2007, 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes. 2007.

LIMA, G.J.M.M. et al. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Comunicado Técnico, 244, Embrapa Suínos e Aves, p.1-2, Fevereiro/2000. ISSN 0100-8862.

LIVESEY G, et al. Influence of the physical form of barley grain on the digestion of its starch in the human small intestine and implications for health. **Am J Clin Nutr** .v.61, p.75-81. 1995.

LOBO, A. R.; SILVA, G.M. L. Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. **Revista. Nutritime**, v.16, 2003.

LÓPEZ, C. A. A.; BAIÃO, N. C. Efeitos do tamanho da partícula e da forma física da ração sobre o desempenho, rendimento de carcaça e peso dos órgãos digestivos de frangos de corte. **Arq. Bras. Méd. Zootec.**, v.56, 2004.

LÓPEZ, C.A.A. et al. Efeitos da forma física da ração sobre a digestibilidade dos nutrientes e desempenho de frangos de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59, n.4, p.1006-1013, 2007.

LUTCH, W.H. Mejoramiento de la producción de pollo por medio de la expansión de alimento. **Ind. Avic.**, v.50, p.32-35, 2002.

MCCRACKEN, K.J. **Effects of physical processing on the nutritive value of poultry diets.** In: MCNAB, J.M.; BOORMAN, K.W. Poultry Feedstuffs: Supply, Composition and Nutritive Value. Wallingford: Cabi Publishing, p.301-316. 2002.

MITCHEL, J.R.; ARÊAS, J.A.G. Structural changes in biopolymers during extrusion. In: KOKINI, J.L.; HO, C.T.; KARWE, M.V. **Food extrusion: science and thecnology.** Marcel Dekker, New York, p.345-360, 1992.

McKINNEY, L.J.; TEETER, R.G. Predicting effective caloric value of nonnutritive factors: I. pellet quality and II. prediction of consequential formulation dead zones. **Poultry Science.** Champaign, v.83, p.1165-1174, 2004.

MENEZES EW, LAJOLO FM. **Utilização do amido de leguminosas.** Arch Latinoam Nutr 45(1 Supl):270S-272S. 1995.

MORAN Jr., E.T. Pelleting: affects feed and its consumption. **Poultry Science**, Champaign, v.5, p.30-31, 1987.

MOREIRA, I., ROSTAGNO, H. S., COELHO, D. T. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e soja integral processada a calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23(6), p.916-929. 1994.

NILIPOUR, A. **La peletización mejora el desempeño?** Industria Avícola. Illinois, p.42-46, 1993.

OLIVEIRA A.A. et al. Desempenho e características da carcaça de frangos de corte alimentados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2450-2455, 2011.

PEISKER, M., Influence of expansion on feed components. **Feed Mix**. v. 2, p.26-31, 1994.

POMERANZ Y. Research and development regarding enzyme-resistant starch (RS) in the USA: a review. **Eur J Clin Nutr**; v.46(2 Suppl):p.63-68. 1992.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. Basic animal nutrition and feeding. 4 ed., John Wiley, New York, p. 531, 1995.

REIMER, L. Conditioning. Proc. Northern Crops Institute Feed Mill Management and Feed Manufacturing Technol. Short Course. California Pellet Mill Co. Crawfordsville. p. 7, 1992.

RENNER, R.; HILL, F.W. The utilization of corn oil, lard and tallow by chickens of various age. **Poultry Science**, v.39, p.849-854, 1960.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4 ed. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, p.89-94, 2011.

SANTOS, R. et al. Diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.2, p.517-521, 2004.

SCHOULTEN, N.A. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.6, p.1380-1387, 2003.

SEBIO, L. **Efeito de alguns parâmetros operacionais de extrusão nas propriedades físico-químicas da farinha de inhame**. 1996. 106f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas, 1996.

SKRABANJA V, KREFT I. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats an in vitro study. **J Agric Food Chem**; v.46, p.2020-2023, 1998.

SOUZA, G.A.; LÓPEZ, J. Farelo de arroz integral com fonte de fósforo em rações para frangos de corte. 1. desempenho e produtividade animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.1, p.73- 84, 1994.

UBABEF – **União brasileira de avicultura**. 2014. Relatório Anual 2013. Disponível em: <http://www.ubabef.com.br> . Acessado em maio de 2015.

VAN SOEST, P.J., **Nutritional Ecology of the Ruminant** (2nd Ed.). Comstock, Cornell University Press, 476 pp. 1994.

VELOSO, J.A.F. et al. Composição química, avaliação físico-química e nutricional e efeito da expansão do milho e do farelo de soja para suínos em crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.57, p.623-633, 2005.

VIEIRA, A.R. et al. Efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo de arroz em dietas suplementadas com fitase para frangos de corte. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.29, n.3, p.267-275, 2007.

SILVA, M. A.; SANCHES, C.; AMANTE, E. R. Prevention of hydrolytic rancidity in rice bran. *Journal of Food Engineering, Essex*, v. 75, n. 4, p. 487-491, 2006.

WALDROUP, P.W. **Pelleting diets for poultry**. Zootecnia International, Philadelphia, v.16, p.52-54, 1983.

WARREN, B. E.; FERRELL, D. J. The nutritive value of full-fat and defatted Australian rice bran II. Growth studies with chicken, rats and pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 27, p. 229- 246, 1990.