

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**



**DISSERTAÇÃO**

**Farelo de arroz integral tratado com antioxidantes na alimentação de frangos  
de corte**

Sara Lorandi

**Pelotas, 2015.**

Sara Lorandi

**Farelo de arroz integral tratado com antioxidantes na alimentação de frangos de corte**

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

Orientador: Prof. PhD Fernando Rutz

Co-orientador: Pesq. Dr. Everton Luis Krabbe

Pelotas, 2015.

*Dedico este trabalho aos meus pais Alceu e Ivone Lorandi.*

*Dedico também ao meu noivo André Soares.*

*Dedico ainda, as minhas “nonas” Maria e Regina, que durante esta caminhada se juntaram a Deus no descanso eterno.*

*“O Senhor é meu pastor, nada me faltará...”*

### **Banca examinadora**

PhD. Fernando Rutz - UFPEL (presidente)

PhD. Denise Calisto Bongalhardo (UFPEL)

Dra. Jaqueline Schneider Lemes (UFSM)

Dr. Marcos Antônio Anciuti (IF-Sul/CAVG)

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradeço a Deus, pela vida e por ser minha fortaleza. Agradeço por ser a luz no meu caminho, agradeço por me guiar em sua glória e por me dar a força necessária para lutar em busca dos meus sonhos e objetivos.

Agradeço aos meus pais Alceu e Ivone Lorandi, vocês são TUDO na minha vida. Meus espelhos, meu repouso, minha força, minha saúde, minha paz... Eu não tenho palavras suficientes para descrever o que representam pra mim. Obrigada por existirem... Obrigada Deus por me presentear com pais maravilhosos. Eu amo vocês!

Agradeço ao meu noivo, André Soares, por estar sempre ao meu lado, ultrapassando as dificuldades, compartilhando momentos alegres e tristes. Daqui a pouco chega o nosso casamento, mais um passo na nossa vida! Eu te amo sempre e pra sempre!

Ao meu orientador Fernando Rutz, agradeço a oportunidade de fazer esta caminhada ao seu lado, aprendi muito com seu exemplo. Obrigada pela disponibilidade em me ajudar sempre que eu precisei independente do dia e do horário.

Ao meu co-orientador Everton LuisKrabbe, jamais poderei agradecer o suficiente. Obrigada por aceitar o desafio da minha orientação, por dedicar seu tempo de trabalho e muitas vezes de descanso em prol da minha pesquisa. Obrigada pelo seu exemplo, pela paciência, dedicação e cuidado que tiveste comigo durante meus estudos.

A Embrapa Suínos e Aves, agradeço por disponibilizar sua infraestrutura para o desenvolvimento deste projeto. Agradeço a todos os colaboradores que de uma forma ou de outra auxiliaram durante a condução dos experimentos e das análises laboratoriais.

Agradeço de modo especial ao Diego Surek, sem sua participação e organização tudo teria sido muito mais difícil, obrigada por me ajudar e me aturar! Agradeço também aos estagiários Wilson, Anete e Joice, certamente a presença de vocês tornou meus dias muito mais agradáveis.

Meu obrigada mais que especial as pessoas que choraram, riram e me apoiaram durante minha estada na unidade. Aiane, Taciana, Bárbara e Daniela...

Como agradecer pessoas tão especiais?... Guardando pra sempre no meu coração.  
Obrigada por tudo gurias!

Obrigada ao PPGZ – UFPEL pela oportunidade de realizar o curso de mestrado, a vocês, agradeço a confiança.

Obrigada a CAPES pela concessão da bolsa de estudos, fundamental nesta jornada.

Agradeço a minha família e a todos que de uma forma ou de outra colaboraram durante esta caminhada.

Meu sincero MUITO OBRIGADA a todos!!

## Resumo

LORANDI, Sara. **Farelo de arroz integral tratado com antioxidantes na alimentação de frangos de corte**. 2015. 81 folhas. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS.

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de antioxidantes com e sem uso de tratamento térmico no farelo de arroz integral (FAI) sobre seu status oxidativo e sua aplicação em dietas de frangos de corte avaliando o desempenho produtivo, rendimento de carcaça e qualidade de carne. Foram alojados 3000 frangos da linhagem *Cobb 500*, com um dia de idade, até os 42 dias, sendo 1500 machos e 1500 fêmeas. As aves foram distribuídas em um delineamento de blocos casualizados de acordo com o peso vivo no primeiro dia, separados em machos e fêmeas, em 120 box com 12 repetições por tratamento e 10 tratamentos. Os tratamentos consistiam em: T1 (tratamento controle com milho e farelo de soja, sem adição de FAI); T2 (dieta com inclusão de 5% de FAI T1); T3 (dieta com inclusão de 10% de FAI T1); T4 (dieta com inclusão de 15% de FAI T1); T5 (dieta com inclusão de 20% de FAI T1); T6 (dieta com inclusão de 5% de FAI T2); T7 (dieta com inclusão de 10% de FAI T2); T8 (dieta com inclusão de 15% de FAI T2); T9 (dieta com inclusão de 20% de FAI T2); T10 (dieta com inclusão de 20% de FAI T3). As dietas basais foram formuladas atendendo as exigências nutricionais das aves. As variáveis de desempenho analisadas foram consumo de ração, conversão alimentar, peso médio e ganho de peso médio. As variáveis de rendimento consideradas nesta pesquisa foram: peso vivo, peso de carcaça, peso e rendimento de vísceras comestíveis (moela, fígado e coração); peso e rendimento de asa, coxa, sobrecoxa e peito sem pele. Para avaliar a qualidade da carne foi realizado TBARS, perda de água por cocção e força de cisalhamento. As variáveis TBARS, força de cisalhamento, rendimento de vísceras e alguns cortes, de modo geral não apresentaram diferenças significativas para nenhum dos tratamentos testados. Já as variáveis, consumo de alimento, conversão alimentar, ganho de peso e ganho de peso médio apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. De modo geral à medida que aumenta a inclusão de FAI na dieta, as aves perdem desempenho e rendimento. Além disso, o tratamento térmico parece influenciar positivamente os animais quando comparado a sua não utilização. Pode-se concluir que o FAI de arroz a níveis de inclusão de 20% piora o desempenho e rendimento de frangos de corte, sugerindo-se a utilização de inclusões inferiores. Também pode-se afirmar que tratar o farelo termicamente mostra-se eficaz no auxílio ao combate do processo deteriorativo do alimento.

**Palavras chave:** desempenho, oxidação, qualidade, rendimento.

## Abstract

LORANDI, Sara. **Rice bran treated with antioxidants in the diet of broilers**. 2015. 81 pages. Dissertation (Master) – Graduate Program in Animal Science. Federal University of Pelotas, Pelotas.

This study aimed to evaluate the effect of inclusion of antioxidants with and without heat treatment in rice bran on their oxidative status and its application in broiler diets evaluating the productive performance, carcass yield and meat quality. 3000 chickens of Cobb 500 were housed, with one day of age, up to 42 days, these 1500 males and 1500 females. The birds were distributed in a randomized block design according to body weight on the first day, separated into male and female, in 120 boxes with 12 replicates per treatment and 10 treatments. The treatments consisted of: T1 (control with corn and soybean meal, without added FAI); T2 (diet with addition of 5% FAI T1); T3 (diet with addition of 10% FAI T1); T4 (diet with addition of 15% FAI T1); T5 (diet including 20% FAI T1); T6 (diet with addition of 5% FAI T2); T7 (including diet with 10% FAI T2); T8 (including diet with 15% FAI T2); T9 (diet including 20% of FAI T2); T10 (diet including 20% FAI T3). The basal diets were formulated meeting the nutritional requirements of the birds. The performance variables analyzed were feed intake, feed conversion, average weight and average weight gain. Income variables considered in this study were: live weight, carcass weight, weight and yield of edible viscera (gizzard, liver and heart); weight and yield wing, thigh, drumstick and breast without skin. To assess the quality of the meat was performed TBARS loss of water cooking and shear rate. The TBARS variables, shear rate, yield guts and some general cuts were not significantly different for any of the tested treatment. The variables feed intake, feed conversion, weight gain and average weight gain showed significant differences among treatments. Generally increases as the inclusion of the bran in diet, the birds lose performance and yield. Also the heat treatment seems positively influence the animals when compared to non-use. It can be concluded that the rice FAI inclusion levels of 20% worsens the performance and efficiency of broiler chicks, suggesting the use of lower inclusions. It can also be said to deal with the bran heat proves to be effective in aid to combat the deteriorating food process.

**Keywords:** performance, oxidation, quality, yield.

## Lista de figuras

<b>Figura 1</b> -Estrutura do grão de arroz.....	17
<b>Figura2</b> - Diagrama do beneficiamento do arroz, incluindo produtos e subprodutos.....	18
<b>Figura 3</b> - Pórtico de entrada da Embrapa Suínos e Aves.....	27
<b>Figura 4</b> -Fábrica de rações da Embrapa Suínos e Aves.....	28
<b>Figura 5</b> -Tubos de ensaio contendo extrato para análise de peróxidos.....	29
<b>Figura 6</b> -Balão contendo extrato para análise de acidez.....	30
<b>Figura 7</b> -Box experimental.....	31
<b>Figura 8</b> -Pesagem de micronutrientes para confecção das dietas.....	32
<b>Figura 9</b> -Aviário experimental.....	37
<b>Figura 10</b> -Pesagem dos animais.....	38
<b>Figura 11</b> -Pesagem das sobras.....	39
<b>Figura 12</b> -Tubo contendo extrato para leitura em espectrofotômetro.....	41
<b>Figura 13</b> -Amostras em banho-maria para avaliação de perda de água por cocção.....	42
<b>Figura 14</b> -Cubos de peito de frango para análise de força de cisalhamento.....	43

## Lista de tabelas

<b>Tabela 1</b> - Composição centesimal média (% na matéria seca) de arroz integral, branco polido e parboilizado polido.....	19
<b>Tabela 2</b> - Composição do grão de arroz e seus derivados.....	19
<b>Tabela 3</b> - Conteúdo de aminoácidos do farelo de arroz no Brasil, Austrália e sudeste da Ásia.....	20
<b>Tabela 4</b> -Composição nutricional do farelo de arroz integral.....	21
<b>Tabela 5</b> -Composição da dieta experimental pré-inicial (1 a 7 dias).....	33
<b>Tabela 6</b> -Composição da dieta experimental inicial (8-21 dias).....	34
<b>Tabela 7</b> -Composição da dieta experimental de crescimento (22 a 35 dias).....	35
<b>Tabela 8</b> -Composição da dieta experimental final (36 a 42 dias).....	36
<b>Tabela 9</b> -Médias de referência para as análises de acidez e peróxido.....	46
<b>Tabela 10</b> - Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância e coeficientes de variação para as variáveis avaliadas. Peso médio inicial (PMI), consumo médio aos 7 dias (CM7), peso médio aos 7 dias (PM7), conversão alimentar aos 7 dias (CA7), ganho de peso médio aos 7 dias (GPM7), consumo médio 8-21 dias (CM8-21), conversão alimentar 8-21 dias (CA8-21), peso médio 21 dias (PM21), ganho de peso médio 8-21 dias (GPM8-21), consumo médio 22-35 dias (CM22-35), conversão alimentar 22-35 dias (CA22-25), peso médio 35 dias (PM22-35), ganho de peso médio 22-35 dias (GPM22-35), consumo médio 36-42 dias (CM36-42), conversão alimentar 36-42 dias (CA36-42), peso médio 42 dias (PM36-42), ganho de peso médio 36-42 dias (GPM36-42).....	46
<b>Tabela 11</b> - Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico nos primeiros 7 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Peso médio inicial (PMI), consumo médio (CM), peso médio (PM), conversão alimentar (CA) e ganho de peso médio (GPM).....	49
<b>Tabela 12</b> -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico de 8 a 21 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência	

de tratamento térmico. Consumo médio (CM), conversão alimentar (CA), peso médio (PM) e ganho de peso médio (GPM)..... 53

**Tabela 13** - Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de Desempenho zootécnico de 22 a 35 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Consumo médio (CM), conversão alimentar (CA), peso médio (PM) e ganho de peso médio (GPM)..... 54

**Tabela 14** -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico de 36 a 42 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Consumo médio (CM), conversão alimentar (CA), peso médio (PM) e ganho de peso médio (GPM)..... 59

**Tabela 15** - Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância e coeficientes de variação para as variáveis avaliadas. Peso vivo (PV), peso da carcaça quente (PCQ), peso da moela (PMo), peso do fígado (PF), peso do coração (PC), peso da asa (PA), peso da coxa (PCo), peso da sobrecoxa (PS), peito do peito sem pele (PP), rendimento da asa (RA), rendimento da coxa (RC), rendimento da sobrecoxa (RSC), rendimento do peito sem pele (RP), rendimento de moela (RMo), rendimento de fígado (RF), rendimento de coração (RCo)..... 60

**Tabela 16** -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico obtidos após o abate de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Peso vivo (PV), peso da carcaça quente (PCQ), peso da moela (PMo), peso do fígado (PF), peso do coração (PC)..... 62

**Tabela 17** -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: peso de cortes de frangos alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Peso da asa (PA), peso da coxa (PC), peso da sobrecoxa (PSC), peso peito sem pele (PP)..... 67

**Tabela 18** -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: rendimento de cortes de frangos de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Rendimento da asa (RA), rendimento da coxa (RC), rendimento da sobrecoxa (RSC), rendimento do peito sem pele (RPP)..... 68

**Tabela 19** -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: rendimento de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com

a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Rendimento de moela (RM), rendimento de fígado (RF), rendimento de coração (RC)..... 69

**Tabela 20** -Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: TBARS, perda de água por cocção e força de cisalhamento de peitos de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Perda de água por cocção (PAC), força de cisalhamento (FC), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)..... 72

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	14
<b>2. Revisão bibliográfica</b> .....	17
2.1 Estrutura do grão de arroz.....	17
2.2 Farelo de arroz integral (FAI).....	19
2.3 Estabilidade oxidativa do farelo de arroz.....	21
2.4 Rancidez hidrolítica.....	22
2.5 Estabilização do farelo de arroz.....	23
2.6 Antioxidantes.....	24
2.6.1 TBHQ.....	25
2.6.2 Ácido cítrico.....	25
2.6.3 Formaldeído.....	25
2.6.4 Peletização.....	26
<b>3. Material e métodos</b> .....	27
3.1 Local e período experimental.....	27
3.2 Farelo de arroz.....	28
3.2.1 Recepção do farelo de arroz.....	28
3.2.2 Tratamentos do FAI.....	28
3.2.3 Análises de monitoramento e estocagem.....	29
3.3 Animais.....	30
3.3.1 Número de animais.....	30
3.3.2 Instalações e programas de luz.....	30
3.3.3 Tratamentos para o experimento de desempenho.....	31
3.3.4 Dietas experimentais.....	31
3.3.4.1 Composição do premix mineral.....	37
3.3.4.2 Composição do premix vitamínico.....	37
3.3.5 Delineamento experimental.....	37
3.3.6 Variáveis analisadas .....	38
3.3.6.1 Desempenho zootécnico.....	38
3.3.6.2 Abate.....	40
3.3.6.3 Pesagem de órgãos.....	40
3.3.6.4 Rendimento.....	40
3.3.6.5 TBARS.....	40

3.3.6.6	Perda de água por cocção.....	42
3.3.6.7	Força de cisalhamento.....	43
3.4	Análise estatística.....	44
<b>4.</b>	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>45</b>
4.1	Índice de peróxido e acidez.....	45
4.2	Desempenho.....	46
4.2.1	Consumo de alimento.....	47
4.2.2	Conversão alimentar.....	51
4.2.3	Peso médio.....	55
4.2.4	Ganho de peso médio.....	57
4.3	Rendimento.....	60
4.3.1	Rendimento de cortes e vísceras.....	64
4.4	Qualidade de carne.....	70
4.4.1	TBARS.....	70
4.4.2	Força de cisalhamento.....	70
4.4.3	Perda de água por cocção.....	70
<b>5.</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>73</b>
<b>6.</b>	<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>74</b>

## 1. Introdução

A cadeia produtiva de aves vem se destacando nas últimas décadas no agronegócio, devido ao crescente incremento tecnológico que vem sofrendo, sem esquecer ainda da capacidade de coordenação entre os diversos aspectos que a compõem. É considerada assim, uma atividade econômica internacionalizada e uniforme, sem fronteiras geográficas de tecnologia.

A avicultura está cada dia mais avançada e tecnificada, sendo que todos os investimentos e pesquisas voltadas para esta área tornam os números da cadeia avícola brasileira muito expressivos. No ano de 2012 o país produziu 12,645 milhões de toneladas de carne de frango. Estes números foram capazes de manter o Brasil na primeira posição do ranking de países exportadores e na terceira posição no grupo de produtores de carne de frango (UBA, 2013).

Compartimentalizando a produção de carne de frango, a alimentação representa um dos pilares do sucesso da produção. Esta é responsável por 60 a 70% do custo total de produção (EMBRAPA, 2014). As dietas são baseadas na utilização de milho e farelo de soja, contudo, estas *commodities* sofrem com a sazonalidade da produção e também com a flutuação dos preços. Sendo este um problema de destaque e buscando solucioná-lo, pesquisas procuram por alimentos alternativos, principalmente os subprodutos agroindustriais, que são ingredientes de baixo custo e encontrados facilmente em determinadas regiões e em algumas épocas do ano (GRANGEIRO et al., 2001).

O arroz (*Oryza sativa*) destaca-se no cenário de alimentos como uma das plantas mais conhecidas e também consumidas em todo o mundo. Sua origem exata é impossível de ser determinada, já que esta cultura vem acompanhando a evolução da humanidade. Para alguns povos, como os orientais, a planta é tão importante que

é um símbolo de fartura (PEREIRA, 2002). Na safra 2012/2013 o Brasil produziu 11,819 milhões de toneladas de arroz e estima-se que na safra 2013/2014 produza 12,769 milhões de toneladas, representando um aumento de 8% na produção brasileira.

O arroz é um dos cereais com maior produção em todo o mundo, porém, seu destino final é o consumo humano. Entretanto gera um subproduto que recebe o nome de farelo de arroz, sendo este empregado na alimentação animal (LIMA et al., 2000). O grão de arroz é composto por aproximadamente 20% de casca, 70% de endosperma e ainda 10% de farelo e germe. No farelo estão localizados em maior proporção os lipídios deste grão (ORTHOEFER, 1996). O teor de óleo do farelo apresenta-se em torno de 12 a 18%, sendo assim em consequência um produto largamente utilizado pela indústria para extração de óleo comestível (DORSA, 2004).

O farelo de arroz integral é obtido após o grão ser descascado e sofrer um processo denominado polimento do grão de arroz. Seu aspecto final é farináceo e possui fibras, representando de 8 a 11% do peso total do grão in natura (LUCHESE JUSTINO, 2003).

Apesar de ser um excelente produto, existem problemas ligados a sua estabilidade oxidativa. Durante a fase de remoção da película do grão de arroz, para a obtenção do farelo, as células são rompidas e os lipídios ficam expostos, entrando em contato com enzimas lipases altamente ativas (BARNES E GALLIARD, 1991). A hidrólise dos lipídios no farelo de arroz se torna perceptível por meio do odor ranço, elevação da acidez, redução do pH, mudanças nas propriedades funcionais, perda de vitaminas e antioxidantes naturais e pela elevação do risco de oxidação destes ácidos graxos (AG). Os AG sofrem degradação posterior e resultam não apenas em radicais livres, mas também em pior palatabilidade além de uma perda no seu valor nutricional (CARVALHO e VIERIA, 1999).

Alimentos oxidados representam muito risco tanto para alimentação humana, quanto para a alimentação animal. Muitas vezes os animais acabam se alimentando com produtos oxidados devido à falta de alternativa (ADAMS, 1999). Dietas não palatáveis levam a redução no ganho de peso e conseqüentemente redução do desempenho dos animais.

A utilização de alimentos alternativos não implica somente na observação da alteração da velocidade de crescimento dos frangos. Muito além disso, assumem importância os processos metabólicos de transformação dos alimentos e a forma

com que os depósitos de proteína e de gordura são formados e acumulados. Quaisquer alterações nas composições de dietas não devem ser acompanhadas de redução na quantidade e/ou qualidade das porções comestíveis produzidas (FRANZOI et al., 2000). O objetivo desse trabalho é avaliar a utilização de farelo de arroz integral tratado com produtos antioxidantes na ausência ou presença de tratamento térmico, na alimentação de frangos de corte, sobre o desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 Estrutura do grão de arroz

O grão de arroz (figura 1) é constituído pela casca, pericarpo, tegumento, aleurona e endosperma. A casca é responsável por recobrir e proteger a cariopse de agressões físicas e químicas, representando aproximadamente 18-20% do peso do grão in natura. O endosperma constitui a maior parte do grão, em média 70% do peso do grão e o restante, aproximadamente 10% é constituído pelo farelo de arroz (JULIANO e BECHTEL, 1985).

Após a colheita, os grãos passam por um processo denominado beneficiamento. Durante este processo são gerados subprodutos que não serão destinados ao consumo humano, sendo assim encaminhados quando possível para alimentação animal, porém nem sempre os subprodutos estão adequados para este fim. No arroz existem enzimas lipolíticas que passam a agir assim que o grão sofre o processo de polimento. Como consequência de sua ação tem-se um farelo oxidado, com odor ranço e que poderá ainda ter perdido suas características nutricionais adequadas, apresentando destruição de vitaminas, aminoácidos e por fim, redução na palatabilidade (REGINA, 2010).

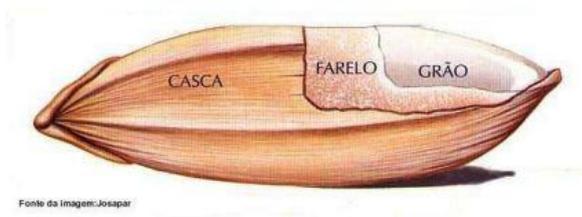


Figura 1. Estrutura do grão de arroz.

Fonte: Josapar

Dependendo do tipo de beneficiamento que os grãos recebem, podem-se perceber alterações na composição do produto final (farelo). Na figura 2 pode ser observado o fluxograma da indústria de beneficiamento do arroz. Existem basicamente três tipos finais de produtos (grãos), que são: arroz integral; arroz branco polido, que tem como resíduo farelo de arroz integral e arroz parboilizado, que formará o farelo de arroz parboilizado.

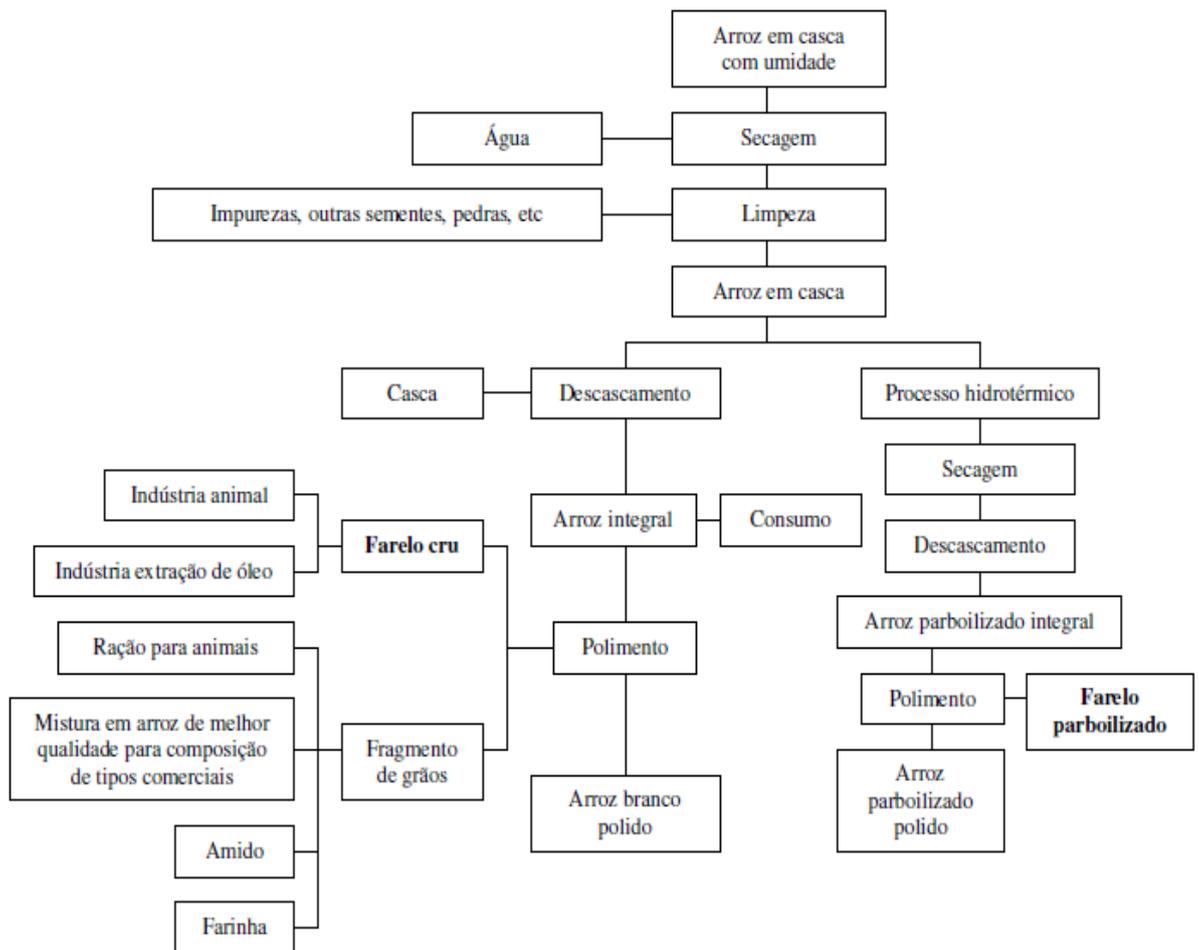


Figura 2. Diagrama do beneficiamento do arroz, incluindo produtos e subprodutos.

Fonte: FERREIRA e YOKOYAMA (1999).

Na tabela 1 encontram-se os principais constituintes dos grãos de acordo com o produto final do beneficiamento. Já na tabela 2, observa-se os constituintes do grão separadamente.

Tabela 1. Composição centesimal média (% na matéria seca) de arroz integral, branco polido e parboilizado polido.

Constituinte	Arroz integral (%)	Arroz branco polido (%)	Arroz parboilizado polido (%)
Amido total	74,12	87,58	85,08
Proteínas	10,46	8,94	9,44
Lipídios	2,52	0,36	0,69
Cinzas	1,15	0,30	0,67
Fibra total	11,76	2,87	4,15
Fibra insolúvel	8,93	1,05	1,63
Fibra solúvel	2,82	1,82	2,52

Fonte: Adaptado de STORCK (2004).

Tabela 2. Composição do grão de arroz e seus derivados.

Composição (%)	Grão			Farelo
	Com casca	Sem casca	Polido	
Proteína	6,7 - 8,3	8,3 - 9,6	7,3 - 8,3	13,2 - 17,3
Gordura	2,1 - 2,7	2,1 - 3,3	0,4 - 0,6	17,0 - 22,9
Fibra bruta	8,4 - 12,1	0,7 - 1,2	0,3 - 0,6	9,5 - 13,2
Cinzas	3,4 - 6,0	1,2 - 1,8	0,4 - 0,9	9,2 - 11,5
Amido	62,1	77,2	90,2	16,1

Fonte: Adaptado de Pomeranz e Ory (1982).

## 2.2 Farelo de arroz integral (FAI)

Este produto é oriundo do processo de polimento do grão de arroz após a retirada da casca. É constituído de pericarpo, pequena porção de casca, gérmen e alguns fragmentos de arroz (REGINA, 2010). O grão é constituído basicamente de amido. Participam também de sua composição, porém em menor quantidade, lipídios, proteínas, fibras e cinzas. Quando se avaliam vários cultivares de arroz, pode-se perceber que existem pequenas variações ligadas provavelmente ao solo e a fertilidade deste. Outro fator importante se trata da distribuição dos nutrientes pelo grão, que não é igualitária. Na porção externa aparecem as maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibras e vitaminas. Quanto mais internamente, maior a concentração de amido (WALTER, 2008).

Especificamente no farelo de arroz, a concentração de amido é dependente do processo de beneficiamento, onde pode haver maior ou menor inclusão de amido proveniente do endosperma (CARVALHO e BASSINELLO, 2006).

O farelo de arroz é rico em nutrientes com um conteúdo proteico de 14 a 16%, superior ao trigo e ao milho (DOMENE, 1996). O valor biológico da proteína do farelo de arroz é alto, em função do seu elevado teor de lisina, um aminoácido essencial

para aves. Este valor pode ser modificado por características intrínsecas de cada genótipo, bem como a adubação nitrogenada, intensidade da radiação solar e a temperatura a que a planta foi exposta durante o processo de desenvolvimento do grão (JULIANO e BECHTEL, 1985). No farelo são encontrados aproximadamente 60% de albumina, prolamina e glutelina (27%) e globulina (7%) (JULIANO, 1993). Na tabela 3 encontram-se dados de pesquisas de aminoácidos presentes no farelo de arroz em países como Brasil, Austrália, e sudeste de Ásia.

Tabela 3. Conteúdo de aminoácidos do farelo de arroz no Brasil, Austrália e sudeste da Ásia.

Aminoácido	Rostagno et al., 2011	Warren e Farrel, 1989 - Australia	Creswell, 1978 – Sudeste da Ásia (amostras boas)	Creswell, 1978 – Sudeste da Ásia (amostras ruins)
Lisina	0,63	0,82	0,70	0,59
Metionina	0,26	0,28	0,30	0,25
Met + Cis	0,52	-	-	-
Treonina	0,49	0,58	0,56	0,46
Triptofano	0,16	-	-	-
Arginina	0,98	1,16	1,18	0,94
Gli + Ser	1,33	-	-	-
Valina	0,70	0,77	0,77	0,64
Isoleucina	0,46	0,51	0,43	0,40
Leucina	0,94	1,03	1,04	0,85
Histidina	0,34	-	-	-
Fenilalanina	0,60	0,65	0,69	0,56
Fen + Tir	0,99	-	-	-

Fonte: Adaptado de ROSTAGNO et al., (2011); WARREN E FARREL (1989); CRESWELL (1978).

Os principais carboidratos presentes no farelo de arroz são hemicelulose (8,7 a 11,4%), celulose (9 a 12,8%), amido (5 a 15%) e beta-glucanos (1%). Seu teor de óleo situa-se entre 15 a 23%, e os principais ácidos graxos, aproximadamente 90% do total são: palmítico (12 a 18%), oléico (40 a 50%) e linoléico (30 a 35%) (MALEKIAN et al., 2000).

O óleo pode ser extraído do farelo integral e é muito apreciado em especial pelo continente asiático. Ele apresenta alguns benefícios à saúde humana por conter fitoquímicos, como orizanol, tocoferóis e tocotrienóis (DANIELSKI et al., 2005).

As vitaminas presentes no farelo são as do complexo B e E, sendo pobre em vitamina A e D. Já entre os minerais encontra-se o fósforo, manganês, cobre, ferro e zinco (CONTE, 2000). O conteúdo de fósforo é alto, porém aproximadamente 80% desse mineral está em uma forma que não pode ser aproveitada pelos animais (ROSTAGNO et al., 2011). Seu conteúdo de fibras é de aproximadamente 8% como pode ser observado na tabela 4 (REGINA, 2010; ROSTAGNO et al., 2011).

Tabela 4. Composição nutricional do farelo de arroz integral.

Nutriente	Composição (%)
Matéria seca	89,34
Proteína bruta	13,13
Gordura	14,49
Amido	22,70
Fibra bruta	8,07
Energia bruta	4335
Energia metabolizável aves, kcal/kg	2521
Energia metabolizável suínos, kcal/kg	3111

Fonte: Adaptado de ROSTAGNO et al., (2011).

O desempenho de suínos alimentados com o FAI dependerá do grau de contaminação que este terá com a casca. Gomes et al., (2012) observaram que a inclusão de até 20% de FAI na dieta de leitões em fase de creche não influenciou significativamente o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar. Para Rostagno et al., (2011), o nível de inclusão depende da idade e da categoria: inicial até 10%, crescimento até 15% e terminação até 20%. Para fêmeas em gestação até 20% de inclusão e fêmeas em gestação até 15%.

A inclusão máxima para frangos de corte deve ser de 8% para dieta inicial e 12% para crescimento. Também em experimento com frangos de corte alimentados com dietas contendo níveis crescentes de FAI, observou-se um decréscimo no consumo de ração, peso corporal e ganho de peso das aves, contudo, sem alterar a conversão alimentar (BONATO et al., 2004). Possivelmente este resultado tenha origem no alto teor de fibras e presença de sílica do FAI que levará a redução do consumo e reflexamente também redução dos outros parâmetros. No caso de poedeiras em produção, a recomendação é utilizar no máximo 12% de FAI (ROSTAGNO et al., 2011).

### 2.3 Estabilidade oxidativa do farelo de arroz

Durante a fase de remoção da película do grão de arroz, para a obtenção do farelo, as células são rompidas e os lipídios ficam expostos, entrando em contato com enzimas lipases altamente ativas. O farelo de arroz recém produzido tem uma vida útil curta, isso ocorre em função da decomposição dos lipídios em ácidos graxos livres (AGL), processo conhecido como rancidez hidrolítica, tornando-o

inadequado para consumo e para a extração de óleo comestível. No farelo de arroz, a hidrólise é catalisada pela atividade enzimática endógena (lipases) e em certo grau, por enzimas microbianas, de acordo com a qualidade deste farelo (BARNES e GALLIARD, 1991).

A hidrólise dos lipídios no farelo de arroz se torna perceptível por meio do odor ranço, elevação da acidez, redução do pH, mudanças nas propriedades funcionais, perda de vitaminas e antioxidantes naturais e pela elevação do risco de oxidação destes ácidos graxos. Os AGL sofrem degradação posterior (ranço oxidativo) e resultam não apenas em radicais livres, mas também em pior palatabilidade além de uma perda no seu valor nutricional (CARVALHO e VIERIA, 1999). Os tipos de rancificação são denominados oxidativa e hidrolítica (lipase). O processo oxidativo pode ainda ser dividido em enzimática (lipoxigenase) e não enzimática (autooxidação) (BARNES e GALLIARD, 1991).

#### 2.4 Rancidez hidrolítica

O óleo do arroz presente no grão não polido é relativamente estável em função das enzimas lipolíticas nos grãos não processados estarem localizadas no tegumento, que é uma estrutura de revestimento do grão, enquanto que a maior parte do óleo é armazenada em outra estrutura, no aleurona e no gérmen (SAUNDERS, 1985). Durante o beneficiamento, essa separação física é destruída e a enzima lipase entra em contato com a gordura do grão, causando a hidrólise desta, liberando AGL e glicerol no farelo.

No farelo são encontradas diversas enzimas lipases, assim como fosfolipases, glicolipases e estearases (TAKANO, 1993). A lipase do farelo de arroz tem um peso molecular de 40 kDa, um pH ótimo de 7,5 a 8,0 e uma temperatura ótima de 37°C. A enzima cliva as ligações éster no sítio 1,3 dos ácidos graxos (AIZONO et al., 1971). As fosfolipases incluem os subtipos: fosfolipase A1, A2 e B (cada uma atuando em porções éster de ácidos graxos) e fosfolipases C e D (agindo na porção fosfato) (TAKANO, 1993). Triacilglicerol, o principal componente da fração lipídica do farelo de arroz, está presente na forma de esferossomas.

Com a elevação do teor de AGL no farelo de arroz, as perdas durante o refino do óleo são elevadas, uma vez que a perda durante o refino é de 2 a 3 vezes o percentual de AGL. O refino de óleo bruto com mais de 10% de AGL é

antieconômico. O óleo do farelo de arroz normalmente contém 1,5 a 2% de AGL logo após o beneficiamento dos grãos. Menos de 5% de AGL é desejável no óleo bruto do arroz para seu refino (ENOCHIAN et al., 1980).

Os AGL produzidos, especialmente poli-insaturados, como o ácido linoléico que é o melhor substrato para lipoxigenase, está sujeito à oxidação pela ação desta enzima. Em função do acúmulo de AGL até níveis inaceitáveis (acima de 5%) dentro de poucas horas após o beneficiamento do arroz, a enzima lipase precisa ser inativada rapidamente. O valor de AGL (expresso como porcentagem de acidez em ácido oléico) é largamente utilizado como um parâmetro de qualidade para gorduras. O teste se baseia em uma extração alcoólica com posterior titulação com solução a base de hidróxido de sódio, utilizando como indicador o m-cresol (ENOCHIAN et al., 1980).

## 2.5 Estabilização do farelo de arroz

Mecanismos para a estabilização ou inativação de enzimas lipolíticas no farelo de arroz recém produzido tem sido tema de diversas pesquisas. Uma série de procedimentos, como alteração do pH (PRABHAKAR E VENKATESH, 1986), uso de vapor de etanol, tratamento com a combinação de calor e umidade (SAUNDERS, 1985), foram estudados para a inativação da lipase, visando estabilizar o farelo de arroz e aumentar sua vida útil.

Vários métodos térmicos diferentes são usados para estabilizar o farelo de arroz e conseqüentemente inibir a atividade da lipase. A maioria dos processos envolve tratamento térmico, podendo ser ainda seco ou úmido.

Os inconvenientes comuns em todos os métodos de tratamento térmico são as condições severas de processamento. Estas condições são capazes de danificar importantes componentes do farelo, causando a inativação irreversível destes. Contudo em alguns casos a completa inativação da enzima não é alcançada. Sabe-se que provavelmente o calor úmido pode ser mais eficaz do que o seco (BARBER E BENEDITO DE BARBER, 1980).

Para alcançar a estabilização requerida, cada partícula do farelo deve apresentar um teor de umidade adequado, fator este que depende do tempo e da temperatura do tratamento. Além disso, o calor úmido provoca aglomeração do farelo, resultando em farelo irregular. O método de cozimento por extrusão para a

estabilização do farelo tem se mostrado eficaz. O resultado deste processo é um farelo finamente granulado, de coloração amarelo claro e apresenta uma vida de prateleira de aproximadamente seis meses (SAUNDERS, 1990). Em contrapartida, a técnica exige grandes investimentos de capital da indústria produtora de ração. Os custos operacionais e de manutenção do equipamento tornam o processo antieconômico.

Durante o processo de estabilização pode ocorrer uma reação química denominada *Maillard*. Esta reação fornece ao produto odor específico, devido à quebra do açúcar e a descarboxilação de aminoácidos (LUH et al., 1991).

## 2.6 Antioxidantes

As gorduras insaturadas presentes nos alimentos, como é o exemplo do farelo de arroz integral, são muito suscetíveis à ocorrência da oxidação, acarretando a formação de peróxidos, aldeídos e cetonas. Estes compostos conferem odor desagradável característico ao alimento. Além disso, a ocorrência da rancificação acarreta perda de valor nutricional e também destruição de vitaminas (MAIER et al., 2010).

Antioxidantes são substâncias capazes de prolongar o período em que os alimentos se conservam estáveis, protegendo da deterioração. A oxidação das gorduras passa por três estágios, que são eles: iniciação (do processo de oxidação), propagação (em que toda a gordura presente no alimento é oxidada) e terminação (quando o substrato acaba, com ele se encerra o processo de oxidação das gorduras) (FIREMAN, 2010). Para fazer a escolha dos antioxidantes deve-se levar em consideração alguns fatores como: sua eficácia quando utilizado em baixas concentrações (0,001 a 0,01%); ausência de efeitos indesejáveis na cor, no odor, no sabor e em outras características do alimento; compatibilidade com o alimento e também fácil modo de aplicação; ser estável nas condições de processamento e também de armazenamento; seus compostos e seus produtos de oxidação não podem ser tóxicos, nem mesmo em doses muito maiores das que usualmente seriam ingeridas no alimento (RAMALHO e JORGE, 2006).

### 2.6.1 TBHQ

O TBHQ (terc-butil-hidroquinona) é um dos compostos antioxidantes primários mais utilizados (POKORNY, 1987), sendo reconhecidamente um antioxidante com grande eficiência na estabilização de gorduras de origem vegetal. Este produto apresenta-se na forma de um pó cristalino branco e brilhoso, moderadamente solúvel em óleos e gorduras e não tem capacidade de se complexar com íons de cobre e ferro (DZIEZAC, 1986). É, além disso, resistente a temperaturas elevadas, suportando o calor de processos como peletização.

Seu mecanismo de ação baseia-se no fato de ser doador de elétrons ou prótons, além de seus radicais serem estáveis. Os radicais livres dos compostos antioxidantes são inativados por outros radicais livres presentes no meio em comum.

### 2.6.2 Ácido cítrico

O ácido cítrico (2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico) atua como um agente quelante, diminuindo assim a ação pró-oxidante de minerais presentes em grande quantidade no farelo de arroz como ferro e cobre. Ele é um ácido orgânico, considerado fraco e facilmente encontrado na natureza, já que está presente em todas as frutas cítricas. É um antioxidante natural e pode ser utilizado como acidulante nos alimentos e possui importante papel no ciclo de Krebs. Na indústria é produzido a partir da fermentação da sacarose pelo *Aspergillus niger*.

### 2.6.3 Formaldeído

O formol é uma substância inibidora da atividade de enzimas presentes no farelo. Este composto também é estudado com o objetivo de apresentar um alto nível para atividade desinfetante contra a maioria das bactérias, além de ser considerado o composto mais eficiente para ser utilizado em estratégias de desinfecção de granjas que foram contaminadas por salmonela (DAVIES E WRAY, 1995).

#### 2.6.4 Peletização

A peletização é outra tecnologia que utiliza o calor para promover a conservação do farelo. É definida segundo Bellaver e Nones (2000), como a aglomeração de partículas moídas de um ingrediente ou de misturas de ingredientes, por meio de processos mecânicos. A estes processos mecânicos são combinados outros fatores como umidade, pressão e calor.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local e período experimental

O experimento foi conduzido na unidade da Embrapa Suínos e Aves (figura 3), localizada na cidade de Concórdia, Santa Catarina. O período experimental deu-se de maio a novembro de 2014.



Figura 3. Pórtico de entrada da Embrapa Suínos e Aves.

## 3.2 Farelo de arroz

### 3.2.1 Recepção do farelo de arroz

O farelo de arroz integral (FAI) foi recebido na fábrica de rações (figura 4) da Embrapa Suínos e Aves, onde foi tratado.

### 3.2.2 Tratamentos do FAI

O FAI recebeu os seguintes tratamentos: T1: FAI com aplicação de estabilizante sintético (TBHQ 100ppm, ácido cítrico 250ppm, formaldeído 5000ppm); T2: FAI com aplicação de estabilizante sintético (TBHQ 100ppm, ácido cítrico 250ppm, formaldeído 5000ppm) + aplicação de calor úmido (peletização); T3: FAI controle (sem tratamento específico). Os tratamentos foram aplicados e misturados ao FAI em misturador vertical com capacidade para 1000 kg (mil quilogramas), com tempo de mistura de 10 minutos. Após receber o tratamento o FAI foi armazenado em sacos de rafia identificados de acordo com o tratamento ao qual pertenciam.



Figura 4. Fábrica de rações da Embrapa Suínos e Aves.

### 3.2.3 Análises de monitoramento e estocagem

O FAI tratado foi transferido para um galpão experimental localizado no setor de aves da Embrapa, mantido sobre estrados de madeira e cobertos por lona plástica, onde foi mantido durante 90 dias em condições reais de campo. A contagem iniciou em 08 de maio e completou 90 dias em 06 de agosto. Durante o armazenamento foram realizadas análises de monitoramento para coletar dados referentes a seu status oxidativo. Foram realizadas três coletas, nos seguintes tempos: inicial, 45 dias e 90 dias. As amostras foram coletadas com auxílio de um calador (3 amostras por saco, de todos os sacos). As análises realizadas foram: acidez em NaOH (de acordo com o Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal, 2009) e índice de peróxidos (de acordo com Shantha e Decker, 1994). Na figura 5, podem ser visualizados os extratos utilizados para a análise de peróxido.

Na figura 6, observa-se um tubo contendo extrato para análise de acidez do FAI.



Figura 5. Tubos de ensaio contendo extrato para análise de peróxidos.

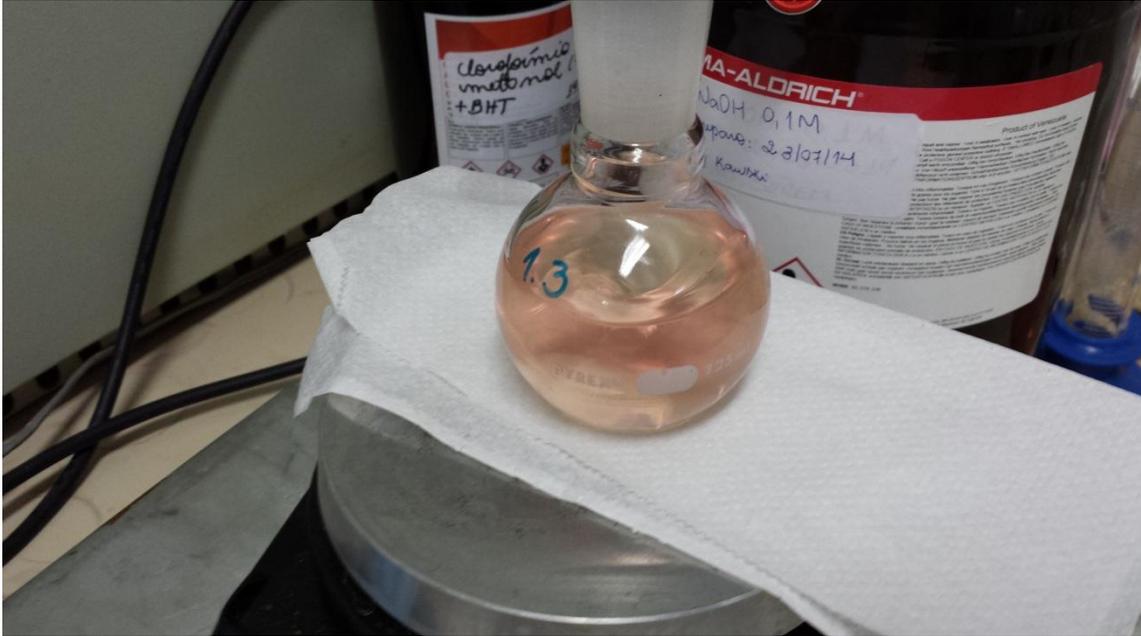


Figura 6. Balão contendo extrato para análise de acidez.

### 3.3 Animais

#### 3.3.1 Número de animais

Foram utilizados 3000 pintos com um dia de idade, da linhagem de corte *Cobb 500*. Deste total, 1500 eram machos e 1500 eram fêmeas.

#### 3.3.2 Instalações e programa de luz

O experimento foi instalado no setor de campo experimental de aves da Embrapa Suínos e Aves. Os animais foram alojados em galpão tipo *darkhouse*, com temperatura controlada. O galpão experimental possuía piso de cimento e continha 120 box, com dimensões de 1,60m x 1,70m. A cama utilizada foi de maravalha, com 8 centímetros de altura. Cada box era equipado com 6 *nipples* e um comedouro tubular, com capacidade para 15kg de ração. Na figura 7 pode-se observar um dos box do experimento.

O aquecimento nas primeiras semanas era feito com um sistema de campânulas elétricas controladas de acordo com a temperatura ambiental. O regime de luz foi aplicado a partir de 21 dias de idade e baseado no manual da linhagem com 16 horas de luz por dia com o acendimento das luzes realizado por timer.



Figura 7. Box experimental.

### 3.3.3 Tratamentos para o experimento de desempenho

Foram utilizados 10 tratamentos, sendo estes compostos por: T1 (tratamento controle com milho e farelo de soja, sem adição de FAI); T2 (dieta com inclusão de 5% de FAI T1); T3 (dieta com inclusão de 10% de FAI T1); T4 (dieta com inclusão de 15% de FAI T1); T5 (dieta com inclusão de 20% de FAI T1); T6 (dieta com inclusão de 5% de FAI T2); T7 (dieta com inclusão de 10% de FAI T2); T8 (dieta com inclusão de 15% de FAI T2); T9 (dieta com inclusão de 20% de FAI T2); T10 (dieta com inclusão de 20% de FAI T3). Na figura 8, observa-se a pesagem dos micronutrientes para a preparação das dietas.

### 3.3.4 Dietas experimentais

Os animais foram submetidos a um programa nutricional de quatro fases: pré-inicial (1 a 7 dias, tabela 5), inicial (8 a 21 dias, tabela 6), crescimento (22 a 35 dias, tabela 7) e final (36 a 42 dias, tabela 8). Os requerimentos nutricionais seguiram as recomendações para cada fase de acordo com Rostagno et al., (2011).



Figura 8. Pesagem de micronutrientes para confecção das dietas.

Tabela5. Composição da dieta experimental pré-inicial (1 a 7 dias).

Ingrediente (kg)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Milho	49,559	44,924	40,157	35,58	31,0580	44,924	40,157	35,58	31,0580	31,0580
Farelo de soja	42,8790	42,148	41,339	40,359	39,33	42,148	41,339	40,359	39,33	39,33
Farelo de arroz integral	0,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	20,0000
Óleo de soja	2,7947	3,3132	3,8999	4,4546	5,0000	3,3132	3,8999	4,4546	5,0000	5,0000
Fosfato bicálcico	1,8004	1,7604	1,7219	1,6852	1,6489	1,7604	1,7219	1,6852	1,6489	1,6489
Calcário	1,1048	0,9895	1,0076	1,0256	1,0436	0,9895	1,0076	1,0256	1,0436	1,0436
Sal comum	0,5309	0,5272	0,5236	0,5199	0,5163	0,5272	0,5236	0,5199	0,5163	0,5163
DL-Metionina	0,3351	0,3347	0,3348	0,3357	0,3369	0,3347	0,3348	0,3357	0,3369	0,3369
Caulin	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
L-Lisina HCL	0,2217	0,2229	0,2270	0,2361	0,2466	0,2229	0,2270	0,2361	0,2466	0,2466
Premix vitamínico	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200	0,1200
L-Treonina	0,1054	0,1095	0,1153	0,1234	0,1322	0,1095	0,1153	0,1234	0,1322	0,1322
Cloreto de colina	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Premix mineral	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Coban	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
L-valina	0,0288	0,0304	0,0309	0,0402	0,0473	0,0304	0,0309	0,0402	0,0473	0,0473
BHT	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Colistina	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
SEQ Toxinas	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
L-Triptofano	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>									

## Perfil nutricional

Nutriente	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
EMAn, Mcal/kg	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000	2,9000
PB, %	23,2701	23,2815	23,2521	23,1657	23,0628	23,2815	23,2521	23,1657	23,0628	23,0628
Ca, %	0,9704	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200	0,9200
P disponível, %	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700	0,4700
P total, %	0,7357	0,7954	0,8547	0,9135	0,9723	0,7954	0,8547	0,9135	0,9723	0,9723
Na, %	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200	0,2200
FB, %	3,1300	3,4160	3,6957	3,9696	4,2418	3,4160	3,6957	3,9696	4,2418	4,2418
EE, %	5,3046	6,3614	7,4794	8,5698	9,6522	6,3614	7,4794	8,5698	9,6522	9,6522
ArgDig, %	1,4380	1,4454	1,4500	1,4500	1,4487	1,4454	1,4500	1,4500	1,4487	1,4487
Fenildig, %	1,0306	1,0245	1,0163	1,0051	0,9930	1,0245	1,0163	1,0051	0,9930	0,9930
Fen+Tirdig, %	1,7601	1,7509	1,7383	1,7205	1,7013	1,7509	1,7383	1,7205	1,7013	1,7013
Histdig, %	0,5480	0,5458	0,5426	0,5379	0,5327	0,5458	0,5426	0,5379	0,5327	0,5327
Isoldig, %	0,8881	0,8824	0,8749	0,8648	0,8538	0,8824	0,8749	0,8648	0,8538	0,8538
Leucdig, %	1,6845	1,6624	1,6370	1,6079	1,5776	1,6624	1,6370	1,6079	1,5776	1,5776
Lisina dig, %	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100	1,3100
M+C dig, %	0,9600	0,9569	0,9531	0,9486	0,9440	0,9569	0,9531	0,9486	0,9440	0,9440
Metdig, %	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237	0,6237
Treo dig, %	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520	0,8520
Tripdig, %	0,2599	0,2600	0,2596	0,2582	0,2567	0,2600	0,2596	0,2582	0,2567	0,2567
Valina dig, %	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090	1,0090
Ac. Linol, %	2,7974	3,0934	3,4221	3,7360	4,0457	3,0934	3,4221	3,7360	4,0457	4,0457

Tabela6. Composição da dieta experimental inicial (8-21 dias).

<b>Ingrediente (kg)</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
<b>Milho</b>	41,017	40,432	39,858	39,285	35,1153	40,432	39,858	39,285	35,1153	35,1153
<b>Farelo de soja</b>	38,9596	37,942	36,921	35,9	35,498	37,942	36,921	35,9	35,498	35,498
<b>Farelo de arroz integral</b>	0,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	20,0000
<b>Óleo de soja</b>	8,0000	7,0663	6,1148	5,1633	5,4264	7,0663	6,1148	5,1633	5,4264	5,4264
<b>Fosfato bicálcico</b>	1,4486	1,3994	1,3502	1,3010	1,2551	1,3994	1,3502	1,3010	1,2551	1,2551
<b>Calcário</b>	0,9904	0,9881	1,0123	1,0365	1,0565	0,9881	1,0123	1,0365	1,0565	1,0565
<b>Sal comum</b>	0,5088	0,5042	0,4996	0,4949	0,4910	0,5042	0,4996	0,4949	0,4910	0,4910
<b>DL-Metionina</b>	0,2923	0,2849	0,2790	0,2731	0,2738	0,2849	0,2790	0,2731	0,2738	0,2738
<b>Caulin</b>	7,7695	5,4327	3,0286	0,6245	0,0000	5,4327	3,0286	0,6245	0,0000	0,0000
<b>L-Lisina HCL</b>	0,1965	0,1856	0,1877	0,1898	0,1796	0,1856	0,1877	0,1898	0,1796	0,1796
<b>Premix vitamínico</b>	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
<b>L-Treonina</b>	0,1010	0,0890	0,0881	0,0872	0,0847	0,0890	0,0881	0,0872	0,0847	0,0847
<b>Cloreto de colina</b>	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
<b>L-arginina</b>	0,0512	0,0405	0,0298	0,0191	0,0000	0,0405	0,0298	0,0191	0,0000	0,0000
<b>Premix mineral</b>	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
<b>Coban</b>	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
<b>L-valina</b>	0,0314	0,0163	0,0113	0,0063	0,0000	0,0163	0,0113	0,0063	0,0000	0,0000
<b>BHT</b>	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
<b>Colistina</b>	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
<b>SEQ Toxinas</b>	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
<b>L-Triptofano</b>	0,0058	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOTAL</b>	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

**Perfil nutricional**

<b>Nutriente</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>	<b>T6</b>	<b>T7</b>	<b>T8</b>	<b>T9</b>	<b>T10</b>
<b>EMAn, Mcal/kg</b>	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800	2,9800
<b>PB, %</b>	20,864	20,993	21,147	21,3010	21,479	20,993	21,147	21,3010	21,479	21,479
<b>Ca, %</b>	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200	0,8200
<b>P disponível, %</b>	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900	0,3900
<b>P total, %</b>	0,6238	0,6901	0,7564	0,8227	0,8847	0,6901	0,7564	0,8227	0,8847	0,8847
<b>Na, %</b>	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100	0,2100
<b>FB, %</b>	2,7745	3,1154	3,4563	3,7973	4,1089	3,1154	3,4563	3,7973	4,1089	4,1089
<b>EE, %</b>	10,079	9,8414	9,5861	9,3309	10,157	9,8414	9,5861	9,3309	10,157	10,157
<b>ArgDig, %</b>	1,3430	1,3430	1,3430	1,3430	1,3439	1,3430	1,3430	1,3430	1,3439	1,3439
<b>Fenildig, %</b>	0,9252	0,9244	0,9236	0,9227	0,9247	0,9244	0,9236	0,9227	0,9247	0,9247
<b>Fen+Tirdig, %</b>	1,5799	1,5800	1,5800	1,5800	1,5847	1,5800	1,5800	1,5800	1,5847	1,5847
<b>Histdig, %</b>	0,4907	0,4928	0,4948	0,4968	0,4990	0,4928	0,4948	0,4968	0,4990	0,4990
<b>Isoldig, %</b>	0,7989	0,7960	0,7931	0,7901	0,7914	0,7960	0,7931	0,7901	0,7914	0,7914
<b>Leucdig, %</b>	1,5000	1,5000	1,5000	1,5000	1,4916	1,5000	1,5000	1,5000	1,4916	1,4916
<b>Lisina dig, %</b>	1,1800	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700
<b>M+C dig, %</b>	0,8486	0,8470	0,8470	0,8470	0,8500	0,8470	0,8470	0,8470	0,8500	0,8500
<b>Metdig, %</b>	0,5500	0,5464	0,5443	0,5423	0,5457	0,5464	0,5443	0,5423	0,5457	0,5457
<b>Treo dig, %</b>	0,7700	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600	0,7600
<b>Tripdig, %</b>	0,2400	0,2346	0,2347	0,2348	0,2368	0,2346	0,2347	0,2348	0,2368	0,2368
<b>Valina dig, %</b>	0,9100	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000	0,9000
<b>Ac. Linol, %</b>	5,3358	4,9432	4,5414	4,1397	4,3133	4,9432	4,5414	4,1397	4,3133	4,3133

Tabela7. Composição da dieta experimental de crescimento (22 a 35 dias).

Ingrediente (kg)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Milho	46,664	44,956	43,247	41,539	38,8338	44,956	43,247	41,539	38,8338	38,8338
Farelo de soja	34,6017	33,864	33,125	32,387	31,83	33,864	33,125	32,387	31,83	31,83
Farelo de arroz integral	0,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	20,0000
Óleo de soja	7,7866	7,1989	6,6111	6,0234	5,7704	7,1989	6,6111	6,0234	5,7704	5,7704
Fosfato bicálcico	1,2189	1,1696	1,1202	1,0709	1,0223	1,1696	1,1202	1,0709	1,0223	1,0223
Calcário	0,8992	0,9223	0,9454	0,9684	0,9904	0,9223	0,9454	0,9684	0,9904	0,9904
Sal comum	0,4833	0,4789	0,4745	0,4700	0,4658	0,4789	0,4745	0,4700	0,4658	0,4658
DL-Metionina	0,2663	0,2606	0,2548	0,2491	0,2441	0,2606	0,2548	0,2491	0,2441	0,2441
Caulin	7,1081	5,2100	3,3120	1,4139	0,0000	5,2100	3,3120	1,4139	0,0000	0,0000
L-Lisina HCL	0,1947	0,1901	0,1855	0,1810	0,1727	0,1901	0,1855	0,1810	0,1727	0,1727
Premix vitamínico	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
L-Treonina	0,0826	0,0798	0,0769	0,0740	0,0706	0,0798	0,0769	0,0740	0,0706	0,0706
Cloreto de colina	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
L-arginina	0,0654	0,0489	0,0324	0,0160	0,0000	0,0489	0,0324	0,0160	0,0000	0,0000
Premix mineral	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Coban	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
L-valina	0,0290	0,0219	0,0148	0,0077	0,0000	0,0219	0,0148	0,0077	0,0000	0,0000
BHT	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Colistina	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
SEQ Toxinas	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
L-Triptofano	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>									

## Perfil nutricional

Nutriente	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
EMAn, Mcal/kg	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500	3,0500
PB, %	19,248	19,4440	19,641	19,8369	20,043	19,4440	19,641	19,8369	20,043	20,043
Ca, %	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300
P disponível, %	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400	0,3400
P total, %	0,5671	0,6324	0,6977	0,7630	0,8271	0,6324	0,6977	0,7630	0,8271	0,8271
Na, %	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000	0,2000
FB, %	2,6412	2,9775	3,3138	3,6501	3,9788	2,9775	3,3138	3,6501	3,9788	3,9788
EE, %	10	10,069	10,137	10,205	10,571	10,069	10,137	10,205	10,571	10,571
ArgDig, %	1,2400	1,2400	1,2400	1,2400	1,2432	1,2400	1,2400	1,2400	1,2432	1,2432
Fenildig, %	0,8504	0,8522	0,8541	0,8560	0,8588	0,8522	0,8541	0,8560	0,8588	0,8588
Fen+Tirdig, %	1,4523	1,4569	1,4615	1,4661	1,4724	1,4569	1,4615	1,4661	1,4724	1,4724
Histdig, %	0,4542	0,4573	0,4603	0,4633	0,4665	0,4573	0,4603	0,4633	0,4665	0,4665
Isoldig, %	0,7300	0,7300	0,7300	0,7300	0,7313	0,7300	0,7300	0,7300	0,7313	0,7313
Leucdig, %	1,4100	1,4100	1,4100	1,4100	1,4079	1,4100	1,4100	1,4100	1,4079	1,4079
Lisina dig, %	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800	1,0800
M+C dig, %	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900	0,7900
Metdig, %	0,5073	0,5056	0,5038	0,5020	0,5009	0,5056	0,5038	0,5020	0,5009	0,5009
Treo dig, %	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000	0,7000
Tripdig, %	0,2124	0,2136	0,2148	0,2160	0,2178	0,2136	0,2148	0,2160	0,2178	0,2178
Valina dig, %	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400	0,8400
Ac. Linol, %	5,2927	5,0630	4,8333	4,6036	4,5325	5,0630	4,8333	4,6036	4,5325	4,5325

Tabela 8. Composição da dieta experimental final (36 a 42 dias).

Ingrediente (kg)	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Milho	44,24	44,24	43,667	43,01	40,5707	44,24	43,667	43,01	40,5707	40,5707
Farelo de soja	33,2386	32,075	31,054	30,053	29,395	32,075	31,054	30,053	29,395	29,395
Farelo de arroz integral	0,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	5,0000	10,0000	15,0000	20,0000	20,0000
Óleo de soja	10,0000	9,1021	8,1506	7,2260	6,8961	9,1021	8,1506	7,2260	6,8961	6,8961
Fosfato bicálcico	1,0290	0,9798	0,9306	0,8814	0,8334	0,9798	0,9306	0,8814	0,8334	0,8334
Calcário	0,7938	0,8186	0,8428	0,8669	0,8890	0,8186	0,8428	0,8669	0,8890	0,8890
Sal comum	0,4591	0,4543	0,4497	0,4451	0,4408	0,4543	0,4497	0,4451	0,4408	0,4408
DL-Metionina	0,2389	0,2326	0,2267	0,2209	0,2164	0,2326	0,2267	0,2209	0,2164	0,2164
Caulin	9,1613	6,2896	3,8855	1,5171	0,0000	6,2896	3,8855	1,5171	0,0000	0,0000
L-Lisina HCL	0,1657	0,1582	0,1604	0,1620	0,1564	0,1582	0,1604	0,1620	0,1564	0,1564
Premix vitamínico	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800	0,0800
L-Treonina	0,0793	0,0672	0,0663	0,0652	0,0628	0,0672	0,0663	0,0652	0,0628	0,0628
Cloreto de colina	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
L-arginina	0,0419	0,0341	0,0234	0,0123	0,0000	0,0341	0,0234	0,0123	0,0000	0,0000
Premix mineral	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Coban	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
L-valina	0,0126	0,0086	0,0036	0,0000	0,0000	0,0086	0,0036	0,0000	0,0000	0,0000
BHT	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Colistina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
SEQ Toxinas	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
L-Triptofano	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>									

## Perfil nutricional

Nutriente	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
EMAn, Mcal/kg	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500	3,1500
PB, %	18,9403	18,5325	18,6866	18,8438	19,0259	18,5325	18,6866	18,8438	19,0259	19,0259
Ca, %	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400	0,6400
P disponível, %	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
P total, %	0,5170	0,5839	0,6502	0,7164	0,7807	0,5839	0,6502	0,7164	0,7807	0,7807
Na, %	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900	0,1900
FB, %	2,5270	2,8703	3,2113	3,5519	3,8798	2,8703	3,2113	3,5519	3,8798	3,8798
EE, %	12,0798	11,8961	11,6409	11,4095	11,7076	11,8961	11,6409	11,4095	11,7076	11,7076
ArgDig, %	1,1700	1,1700	1,1700	1,1700	1,1743	1,1700	1,1700	1,1700	1,1743	1,1743
Fenildig, %	0,8152	0,8130	0,8122	0,8115	0,8130	0,8130	0,8122	0,8115	0,8130	0,8130
Fen+Tirdig, %	1,3923	1,3900	1,3900	1,3903	1,3942	1,3900	1,3900	1,3903	1,3942	1,3942
Histdig, %	0,4353	0,4368	0,4389	0,4410	0,4435	0,4368	0,4389	0,4410	0,4435	0,4435
Isoldig, %	0,7001	0,6957	0,6927	0,6900	0,6900	0,6957	0,6927	0,6900	0,6900	0,6900
Leucdig, %	1,3500	1,3500	1,3500	1,3500	1,3469	1,3500	1,3500	1,3500	1,3469	1,3469
Lisina dig, %	1,0200	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100	1,0100
M+C dig, %	0,7404	0,7400	0,7400	0,7400	0,7400	0,7400	0,7400	0,7400	0,7400	0,7400
Metdig, %	0,4700	0,4674	0,4654	0,4634	0,4624	0,4674	0,4654	0,4634	0,4624	0,4624
Treo dig, %	1,2747	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600	0,6600
Tripdig, %	0,2038	0,2033	0,2034	0,2035	0,2048	0,2033	0,2034	0,2035	0,2048	0,2048
Valina dig, %	0,7900	0,7900	0,7900	0,7916	0,7980	0,7900	0,7900	0,7916	0,7980	0,7980
Ac. Linol, %	6,3978	6,0339	5,6322	5,2432	5,1358	6,0339	5,6322	5,2432	5,1358	5,1358

#### 3.3.4.1 Composição do premix mineral

Níveis de garantia por quilograma do produto: cobre: 20g, ferro: 100g, manganês: 160g, cobalto: 2000.00mg, iodo: 2000.00mg e zinco: 100g.

#### 3.3.4.2 Composição do premix vitamínico

Níveis de garantia por quilograma do produto: vitamina A: 9000000.000 UI, vitamina D3: 2500000.00 UI, vitamina E: 20000.00 UI, vitamina K3: 2500.00mg, vitamina B1: 1500.00mg, vitamina B2: 6000.00mg, vitamina B6: 3000.00mg, vitamina B12: 12000.00mcg, ácido pantotênico: 12g, niacina: 25g, ácido fólico: 800.00mg, biotina: 60.00mg e selênio: 250.00mg.

#### 3.3.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, de acordo com o peso vivo inicial dos animais. Foram utilizados 120 boxes (figura 9), 10 tratamentos, com 12 repetições por tratamento. Cada box foi considerado uma unidade experimental e recebeu 25 animais, sendo estes separados por sexo. Repetições ímpares continham machos e repetições pares continham fêmeas.



Figura 9. Aviário experimental.

### 3.3.6 Variáveis analisadas

#### 3.3.6.1 Desempenho zootécnico

Para obtenção das variáveis de desempenho zootécnico os animais foram pesados nos dias 1, 7, 21, 35 e 42. Além da pesagem dos animais (figura 10), a ração fornecida e as sobras também foram registradas em cada fase (figura 11).



Figura 10. Pesagem dos animais.

A mortalidade era verificada diariamente e quando existente a ave morta era pesada e seu peso anotado em planilha específica. As fórmulas utilizadas para calcular as variáveis de interesse foram as seguintes:

- $\text{Peso vivo total} = \text{pesagem de todas as aves do box.}$
- $\text{Consumo total de ração} = \text{ração fornecida} - \text{sobra de ração.}$
- $\text{Consumo médio de ração} = \text{consumo total de ração} / \text{número de aves} + \text{fator ave.}$
- $\text{Fator ave} = \text{número de dias em que a ave permanecia viva} / \text{número total de dias de cada período de avaliação.}$

- Conversão alimentar = consumo total / ganho de peso total.
- Ganho de peso total = (peso líquido das aves ao final do período + peso das aves mortas no período) – peso total das aves vivas ao início do período.
- Ganho peso médio = peso médio das aves ao final do período – peso médio das aves ao início do período

As variáveis de desempenho zootécnico analisadas foram peso médio (PM), ganho de peso médio (GP), consumo médio de alimento (CM) e conversão alimentar (CA) aos 7, 21, 35 e 42 dias.



Figura 11. Pesagem das sobras de ração.

### 3.3.6.2 Abate

De cada box foram selecionadas 2 aves de acordo com o peso médio do box, com variação de 2,5% para mais e 2,5% para menos. O abate foi realizado no abatedouro da Embrapa Suínos e Aves.

Os animais permaneceram em jejum nas 6 horas que antecederam o abate. O primeiro procedimento da plataforma de abate era a pesagem individual para obtenção do peso vivo (PV). Posteriormente as aves eram insensibilizadas por eletronarcose, sangradas, escaldados e depenados. A carcaça era eviscerada, pesada e destinada ao Chiller, onde sofria um pré-resfriamento. Das vísceras foram retirados fígado, coração e moela. Após o Chiller, as carcaças permaneciam em câmara de resfriamento por 24 horas para posterior realização dos cortes.

### 3.3.6.3 Pesagem de órgãos

Foram coletados os pesos de fígado, coração e moela (limpa), através de balança de 0,01g de precisão e seu peso apontado em planilha.

### 3.3.6.4 Rendimento

Para avaliação de rendimento após 24 horas de resfriamento foi realizada a separação dos seguintes cortes: peito com osso e sem pele, asa, coxa e sobrecoxa. Os cortes foram pesados em balança com precisão de 0,01g.

### 3.3.6.5 TBARS

As análises de TBARS foram realizadas em triplicata da amostra que consistia em um pool dos peitos dos 2 frangos abatidos de cada unidade experimental. Em tubos fálcon foi pesado 2,5g de amostra (peito de frango), e em seguida foi adicionado 0,250ml de BHT 0,2% e 10ml de ácido tricloroacético 7,5%. Então a amostra era homogeneizada em UltraTurrax, na velocidade de 18000rpm durante 1 minuto e filtrada em tubos fálcon, para que pudesse ser centrifugado por 5 minutos, à 3500rpm, em temperatura de 5°C. Após esse processo, 3ml do filtrado centrifugado era pipetado em um tubo de ensaio com tampa de rosca, ao qual foi

adicionado 3ml de solução de TBA e posteriormente homogeneizado em vortex por 3 segundos. As amostras permanecem em banho-maria a 80°C por 40 minutos. A leitura foi realizada após o resfriamento das amostras, em espectrofotômetro, com comprimento de onda de 538nm, como pode ser visualizado na figura 12 (Procedimento Operacional Padrão Embrapa, 2014).

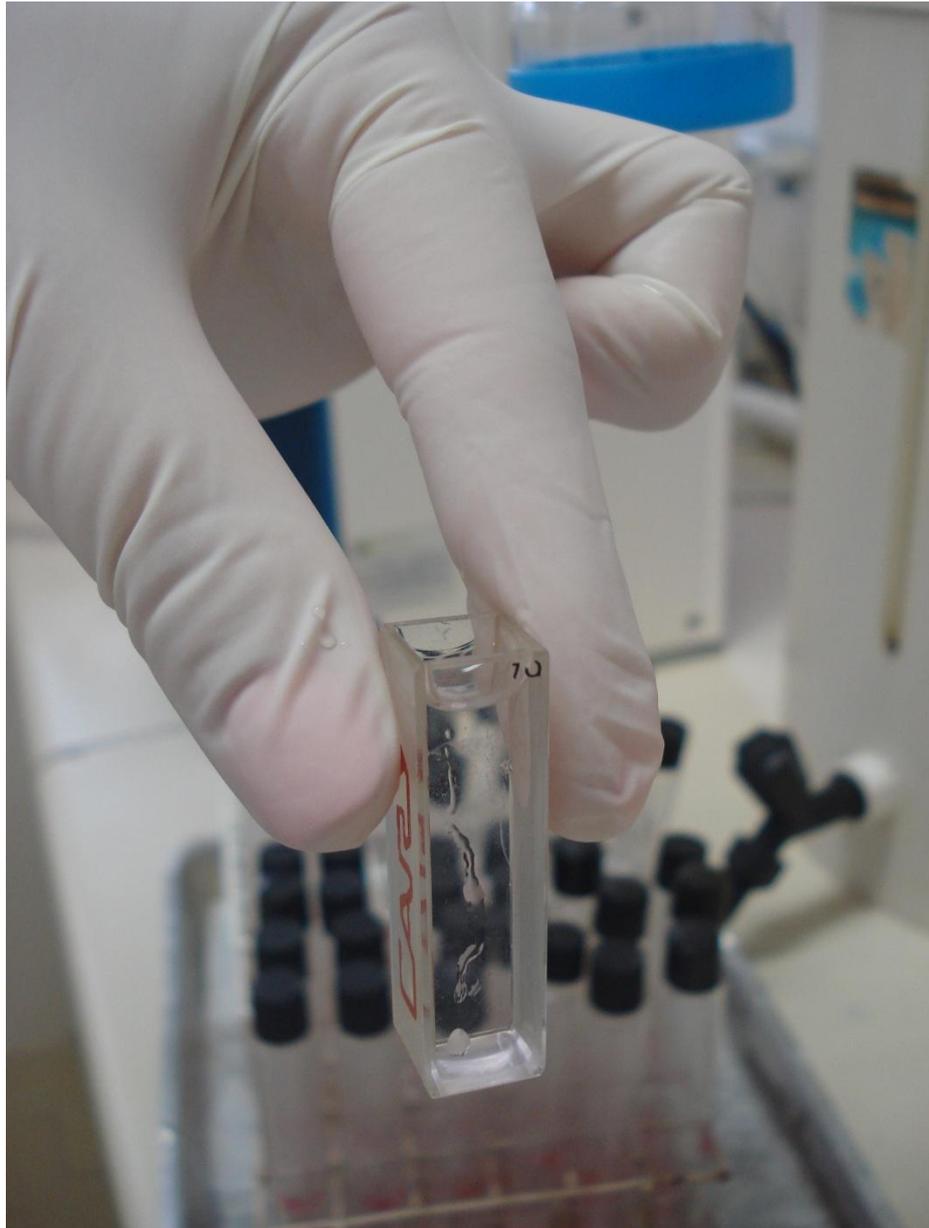


Figura 12. Tubo contendo extrato para leitura em espectrofotômetro.

### 3.3.6.6 Perda de água por cocção

Para realização de perda de água por cocção, foi utilizada a porção direita do músculo *pectoralis major* das aves. Como as amostras encontravam-se congeladas, foi necessário retirá-las do freezer e mantê-las sob refrigeração por 24 horas. Para proceder com a análise, as amostras foram cortadas em forma de paralelepípedo com uma massa de  $100 \pm 5,0\text{g}$ , valor que consistia no peso inicial. Posteriormente, foram acondicionadas em embalagens plásticas, devidamente fechadas e identificadas de acordo com a amostra que continham, sendo acomodadas em banho-maria a  $80^\circ\text{C}$  durante 1 hora (figura 13). Após esse período, as amostras eram retiradas das embalagens e resfriadas a temperatura ambiente, por 30 minutos. Então, novamente era realizada a pesagem das amostras, sendo que esse valor consistiu no peso final. Obtendo-se por diferença entre os pesos inicial e final, a perda de água por cocção (Procedimento Operacional Padrão Embrapa, 2014).



Figura 13. Amostras em banho Maria para avaliação de perda de água por cocção.

### 3.3.6.7 Força de cisalhamento

A força de cisalhamento é realizada com as amostras após a realização da perda de água por cocção. As amostras foram cortadas de forma a obter pequenos paralelepípedos com dimensões de 1,0cm x 1,0cm x 2,5cm. Sendo que os cortes das laterais devem seguir no sentido paralelo das fibras musculares. O ensaio de força de cisalhamento foi realizado utilizando o analisador de textura *Stable Micro Systems TA.XT.plus* (figura 14). A sub-amostra em forma de paralelepípedo era posicionada no sentido transversal ao probe do tipo *Warner-Bratzler* (Procedimento Operacional Padrão Embrapa, 2014).

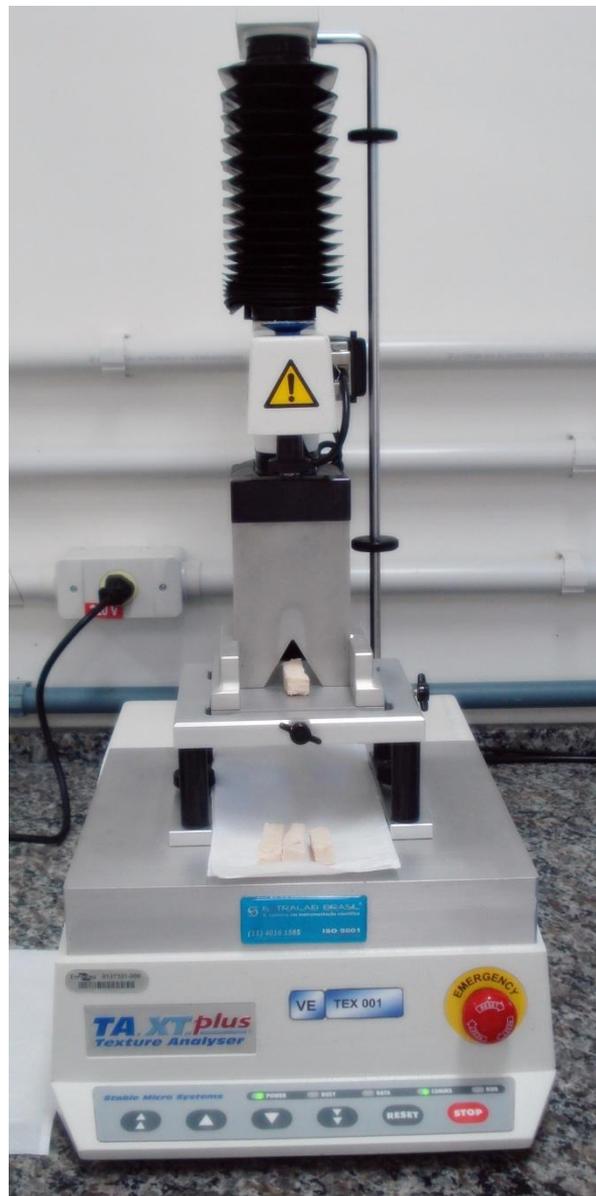


Figura 14. Cubos de peito de frango para análise de força de cisalhamento.

### 3.4 Análise estatística

A metodologia estatística utilizada foi a Análise de Variância, através do procedimento MIXED do SAS<sup>TM</sup> (2008). Foi testado o efeito fixo de tratamento, sexo e a interação entre eles, e o efeito aleatório de bloco. A comparação de médias foi realizada através do teste *t-Student*, ao nível de 5% de significância.

## 4. Resultados e discussão

### 4.1 Índice de peróxido e acidez

De acordo com as médias (tabela 9) obtidas para os tratamentos testados no farelo de arroz observa-se que o tratamento 2 que recebeu tratamento térmico (TT) e também antioxidante pareceu prolongar a vida útil inicial do FAI.

Também se pode notar claramente os três estágios da curva de peroxidação demonstrada pelo FAI T1 e T3, iniciação, propagação e terminação. Quando a oxidação do farelo chega ao fim, sua curva demonstra resultados inferiores aos dos estágios que o antecedem, significando que neste alimento há muitos compostos oxidados. O tratamento com antioxidantes não demonstrou ser eficaz isoladamente para combater a oxidação dos compostos do FAI. Entretanto o processo térmico da peletização parece em um primeiro momento ser o diferencial, proporcionando ao FAI maior vida útil.

No estágio final ocorre à formação de compostos de baixo peso molecular que serão ingeridos pelos animais e levados via corrente sanguínea e podem promover oxidação *in vivo* (ADAMS, 1999). Segundo Asgharet al., (1989) a presença de óleo oxidado nas rações de frangos de corte faz com que os lipídios da membrana celular fiquem muito suscetível a peroxidação e esta característica está muito ligada a qualidade da carne pós abate.

Já para os índices de acidez (tabela 9), observa-se comportamento ascendente dos níveis proporcionalmente ao decorrer do tempo de armazenamento. Entretanto o tratamento 2 também demonstra comportamento característico diferente dos demais (T1 e T3). Segundo Pestana et al., (2009) a elevação da acidez esta relacionada ao aumento da atividade da enzima lipase, já que a ação desta

enzima promove a liberação de ácidos graxos a partir de lipídios presentes no farelo de arroz, com consequente aumento da acidez.

Tabela 9. Médias de referência para as análises de acidez e peróxido.

Tratamento	Peróxido (mEq peróx./kg)			Acidez (mgNaOH/g)		
	Inicial	45 dias	90 dias	Inicial	45 dias	90 dias
1	0,841	2,613	0,500	6,094	10,248	13,014
2	0,795	0,990	1,686	4,663	7,243	8,142
3	1,609	1,815	0,414	5,194	9,995	14,022

#### 4.2 Desempenho

Na tabela 10 são apresentados os resultados para interação entre sexo e tratamento para as variáveis de desempenho avaliadas. Pode-se observar interação significativa para o ganho de peso de 8 a 21 dias, peso médio aos 35 dias e ganho de peso médio de 22 a 35 dias. Estes resultados serão discutidos mais especificamente mais adiante.

Tabela 10. Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância e coeficientes de variação para as variáveis analisadas. Peso médio inicial (PMI), consumo médio aos 7 dias (CM7), peso médio aos 7 dias (PM7), conversão alimentar aos 7 dias (CA7), ganho de peso médio aos 7 dias (GPM7), consumo médio 8-21 dias (CM8-21), conversão alimentar 8-21 dias (CA8-21), peso médio 21 dias (PM21), ganho de peso médio 8-21 dias (GPM8-21), consumo médio 22-35 dias (CM22-35), conversão alimentar 22-35 dias (CA22-25), peso médio 35 dias (PM22-35), ganho de peso médio 22-35 dias (GPM22-35), consumo médio 36-42 dias (CM36-42), conversão alimentar 36-42 dias (CA36-42), peso médio 42 dias (PM36-42), ganho de peso médio 36-42 dias (GPM36-42).

Variável	Pr > F			CV
	Tratamento	Sexo	Sexo x Tratamento	
PMI	0,5584	0,9633	0,8575	5,722
CM7	0,1440	0,0006	0,6492	5,671
PM7	0,0527	0,0001	0,6993	5,187
CA7	0,4929	<0,0001	0,4319	3,200
GPM7	0,0541	<0,0001	0,6925	6,376
CM8-21	<0,0001	<0,0001	0,2941	6,784
CA8-21	<0,0001	<0,0001	0,2771	2,477
PM21	<0,0001	<0,0001	0,1302	7,841
GPM8-21	<0,0001	<0,0001	0,0373	8,884
CM22-35	0,0003	<0,0001	0,1251	8,705
CA22-35	0,6891	<0,0001	0,2058	4,711
PM35	<0,0001	<0,0001	0,0052	9,593
GPM22-35	<0,0001	<0,0001	0,0196	11,498
CM36-42	0,0009	<0,0001	0,1451	9,143
CA36-42	0,9528	0,0790	0,2687	5,481
PM42	<0,0001	<0,0001	0,2498	9,592
GPM36-42	0,2622	<0,0001	0,4150	12,811

Teste t-Student ( $p \leq 0,05$ ).

As variáveis de desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e qualidade de carne de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado ou não com antioxidantes na presença ou ausência de tratamento térmico serão discutidas a seguir.

#### 4.2.1 Consumo de alimento

Ao observar-se a tabela 11, é possível verificar que não houve diferença significativa de peso vivo inicial no dia do alojamento das aves. O peso ao primeiro dia das aves é considerado o principal fator na manutenção da uniformidade inicial do lote. Vieira e Moran Jr. (1992), encontraram um rendimento de carcaça superior para pintos com pesos maiores ao alojamento.

De acordo com tabela 11, o consumo médio de alimento dentro de cada sexo não foi influenciado por nenhum dos tratamentos nos primeiros 7 dias de experimento. Entretanto, quando comparados machos e fêmeas, pode-se perceber diferença significativa quanto ao consumo, que possivelmente se deve a diferenças intrínsecas de cada sexo, como a menor capacidade de ingestão das fêmeas em relação aos machos. No experimento realizado por Schoulten et al., (2003) a inclusão do farelo de arroz em até 10% na ração não afetou significativamente o consumo de ração pelas aves nos primeiros dias de vida.

No período de 8 a 21 dias de idade, como consta na tabela 12, o consumo médio de alimento apresentou diferenças para os sexos isoladamente, diferente do observado nos primeiros 7 dias de experimento. Para fêmeas, os tratamentos (5, 9 e 10) que continham os níveis superiores (20%) de inclusão de farelo de arroz integral (FAI) apresentaram valores inferiores para o consumo quando comparados com os tratamentos que possuíam níveis menores, bem como, o tratamento controle. Resultados semelhantes foram encontrados por LÓPEZ et al., (1978), CARRION & LÓPEZ (1989), SOUZA & LÓPEZ (1994) e SANTOS et al., (2001), que observaram uma relação vinculada ao maior nível de inclusão de FAI na dieta apresentando o menor consumo alimentar e o menor peso corporal das aves. Ainda de acordo com LOPEZ et al., (1978) a queda do consumo pode ser devido a presença de fibra bruta no FAI. Neste caso também pode-se observar que a presença de tratamento térmico ou não, não influenciou nos resultados dos níveis de inclusão. Quando observa-se isoladamente os machos, pode-se notar que o tratamento térmico do farelo de arroz

também não apresentou dados com relevante diferença. Contudo para o consumo médio dos machos, diferentemente das fêmeas, o farelo de arroz que não recebeu nenhum tipo de tratamento (10) demonstrou piores resultados, ou seja, o consumo médio diferiu estatisticamente de todos os demais, inclusive dos farelos tratados com mesmo nível de inclusão. Em sua pesquisa, Schoulten (2003), verificou que as aves que receberam ração com 20% de farelo de arroz apresentaram consumo 2,6% inferior ao daquelas que consumiram ração com 10% de farelo de arroz.

Tabela 11. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico nos primeiros 7 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Peso médio inicial (PMI), consumo médio (CM), peso médio (PM), conversão alimentar (CA) e ganho de peso médio (GPM).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
PMI (g)	F	42,1± 1,09	42,0± 1,09	42,1± 1,15	42,1± 1,10	42,2± 1,10	42,2± 1,09	42,1± 1,09	42,2± 1,08	42,2± 1,09	42,1± 1,02	0,6321	
	CV (%)	6,34	6,35	6,69	6,39	6,39	6,31	6,36	6,25	6,30	5,94		
	M	42,2± 1,11	42,2± 1,09	42,2± 1,07	42,2± 1,05	42,2± 1,00	42,3± 1,08	42,2± 1,05	42,3± 1,03	42,2± 1,05	42,1± 1,05		0,7928
	CV (%)	6,43	6,32	6,23	6,07	5,81	6,27	6,12	5,96	6,10	6,09		
	P	0,9233	0,8955	0,9616	0,993	0,9725	0,9756	0,9651	0,9372	0,993	0,9965		
CM (g)	F	130± 7,4	143± 0,9	138± 2,3	138± 3,1	139± 0,9	136± 2,8	136± 3,8	139± 2,5	138± 5,9	133± 1,0	0,0768	
	CV (%)	14,0	1,61	4,08	5,43	1,61	4,95	6,85	4,46	10,4	1,87		
	M	142± 1,6	144± 2,2	147± 1,9	144± 2,1	144± 1,4	146± 1,5	146± 2,2	145± 1,6	146± 1,3	141± 2,1		0,8718
	CV (%)	2,73	3,75	3,12	3,58	2,33	2,46	3,76	2,78	2,17	3,69		
	P	0,005	0,9268	0,0312	0,1483	0,2263	0,0181	0,0172	0,1639	0,0478	0,054		
PM (g)	F	168± 7,5	178± 2,6	174± 3,4	173± 3,2	175± 1,5	173± 3,4	171± 3,6	174± 2,9	176± 5,0	167± 0,8	0,0691	
	CV (%)	10,9	3,59	4,81	4,58	2,14	4,82	5,10	4,14	7,00	1,21		
	M	182± 1,9	184± 2,4	187± 3,4	185± 1,4	181± 1,2	184± 1,5	183± 1,8	186± 1,5	186± 2,1	180± 2,1		0,6005
	CV (%)	2,60	3,20	4,41	1,90	1,65	2,03	2,37	2,00	2,75	2,87		
	P	0,0012	0,1695	0,0028	0,0093	0,1836	0,0079	0,0062	0,0048	0,0236	0,003		
CA (g)	F	1,063±0,006	1,057±0,016	1,054±0,009	1,065±0,007	1,052±0,008	1,060±0,012	1,082±0,007	1,068±0,010	1,074±0,011	1,077±0,006	0,5594	
	CV (%)	1,36	3,76	2,20	1,59	1,83	2,72	1,53	2,26	2,51	1,32		
	M	1,021±0,009	1,010±0,007	1,024±0,010	1,016±0,014	1,046±0,011	1,030±0,016	1,038±0,010	1,013±0,010	1,020±0,009	1,022±0,019		0,3742
	CV (%)	2,07	1,58	2,34	3,41	2,48	3,70	2,30	2,54	2,11	4,49		
	P	0,0073	0,003	0,0534	0,0018	0,702	0,0512	0,0046	0,0005	0,0007	0,0006		
GPM (g)	F	126± 6,8	136± 2,5	132± 2,4	131± 3,1	133± 0,7	130± 3,9	129± 2,8	132± 2,9	134± 4,2	125± 0,4	0,0682	
	CV (%)	13,2	4,41	4,39	5,75	1,34	7,27	5,24	5,48	7,78	0,78		
	M	140± 2,4	142± 1,9	145± 2,6	143± 0,8	139± 1,0	142± 1,1	141± 1,2	144± 1,8	144± 1,4	138± 2,4		0,6078
	CV (%)	4,19	3,28	4,38	1,35	1,84	1,81	2,10	3,10	2,38	4,26		
	P	0,0003	0,1363	0,0009	0,0037	0,1394	0,0031	0,0024	0,0018	0,0112	0,0009		

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

Tanto para machos, quanto para fêmeas, os farelos tratados termicamente ou não, demonstraram redução no consumo de alimento à medida que os níveis de inclusão vão aumentando, contudo o consumo é equivalente para um tratamento e outro, não demonstrando em um mesmo nível superioridade de um em relação ao outro. Em estudo com poedeiras, Lemos et al., (2004), avaliaram níveis crescentes de inclusão de farelo de arroz (0, 12, 24 e 36%) e observaram que o consumo de ração e a conversão alimentar decresceram linearmente com o aumento da inclusão. Ainda para ambos os sexos, o tratamento controle demonstrou ser semelhante aos menores níveis de inclusão de FAI tratado (5%). Entre os sexos, observa-se diferença significativa em todos os tratamentos, novamente esta diferença baseia-se na fisiologia dos animais, que faz com que a capacidade de ingestão alimentar da fêmea seja inferior a do macho (MACARI, 2002). Teichmann et al., (1998) observaram que o consumo total de rações contendo FAI também diferiu significativamente entre os tratamentos e sexos.

De acordo com a tabela 13, no período de 22 a 35 dias verificou-se diferença estatística para consumo médio de alimento tanto para machos, quanto para fêmeas isoladamente. Entre machos e fêmeas observa-se também diferença significativa em todos os tratamentos. Para o efeito nas fêmeas isoladamente os níveis de inclusão (5, 10, 15%) foram proporcionais para tratamento térmico (TT) ou não, porém com 20% de inclusão o tratamento 9 mostrou desempenho superior ao seu equivalente 5, já que os animais tiveram consumo mais elevado. Scott (1982) cita que a peroxidação de lipídeos é uma das principais causas de perda de qualidade do alimento. Sendo assim, a adição de antioxidantes aliado a utilização de tratamento térmico (peletização) tornou o alimento mais adequado e favoreceu o consumo pelos animais.

Entretanto, para os machos não se observa o mesmo efeito que nas fêmeas já que nestes o tratamento controle foi estatisticamente igual aos níveis 5 e 10% de FAI com e sem TT. Estes resultados também foram encontrados por Schoulten et al., (2003) onde o consumo de ração das aves que receberam ração com 10% farelo de arroz foi semelhante ao das aves do tratamento controle. Já o FAI não tratado foi equivalente às inclusões 15 e 20% de FAI com e sem TT, afirmando que neste nível de inclusão e nesta etapa do crescimento das aves o tratamento térmico não demonstrou ser efetivo. Novamente estes resultados concordam com Schoulten et al., (2003) quando este verificaram que para rações com 20% de farelo de arroz, o

consumo foi inferior ao consumo das aves que receberam tratamento controle. Ainda, novamente os níveis 5, 10, 15 e 20% com TT (tratamentos 2, 3, 4 e 5) quando comparados com seus pares equivalentes (tratamentos 6, 7, 8, 9) não foram diferentes, reforçando por fim a ineficácia da peletização para esta variável.

No período de 36 a 42 dias (tabela 14) avaliando as fêmeas, a variável consumo médio de alimento apresentou para os tratamentos 10 e 5 os resultados inferiores. Sendo assim, na inclusão de 20%, o FAI com TT apresentou resultado superior aos seus semelhantes (T10 e T5), demonstrando que o TT (peletização) proporcionou a este farelo condições superiores, possivelmente não permitindo elevada oxidação, viabilizando o consumo dos animais. Os níveis 5, 10 e 15% de FAI com ou sem TT foram equivalentes, não demonstrando diferença estatística, não sendo o TT um fator diferencial. Para machos os resultados diferiram dos encontrados nas fêmeas. O resultado numericamente inferior foi encontrado no tratamento 8. Observa-se também, que entre machos e fêmeas existem diferenças significativas entre todos os tratamentos, uma vez que o consumo das fêmeas foi inferior ao dos machos, as variáveis dependentes desta conseqüentemente serão também influenciadas negativamente (MACARI, 2002).

#### 4.2.2 Conversão alimentar

A conversão alimentar (tabela 11) na primeira semana de idade também não mostrou estatisticamente diferenças quando avaliados os sexos isoladamente. Já na comparação entre sexos, observa-se que para a maioria dos tratamentos houve diferença para valores de conversão alimentar apresentados pelos animais. Possivelmente também esta avaliação esteja embasada no fato de que machos possuem capacidade de ganho de peso e formação muscular superior às fêmeas, fazendo com que o peso médio delas seja inferior, podendo conseqüentemente elevar os valores apresentados para conversão alimentar (MACARI, 2002).

Chae et al., (2012) observaram que frangos de corte recebendo dietas contendo farelo de arroz oxidado não apresentaram diferença significativa nas três primeiras semanas de vida dos animais para ganho de peso, consumo de ração e conversão alimentar. Os resultados deste trabalho para o período de 8 a 21 dias (tabela 12) discordam dos resultados apresentados por Chae et al., (2012) onde para a conversão alimentar mostrou diferenças relevantes quando avaliados fêmeas e

machos isoladamente. Para fêmeas, numericamente a melhor conversão alimentar foi observada no tratamento controle (milho e farelo de soja), bem como a pior conversão alimentar foi observada nos níveis superiores de inclusão (20%), nos tratamentos 5 e 9. De acordo com pesquisas anteriores, rações com maiores teores de fibra diminuem a energia digestível, o que resulta em aumento no consumo para suprir a deficiência energética (RAMONET et al., 1999). Estatisticamente, o tratamento 10 (FAI não tratado) não diferiu do tratamento 5 (20%), que recebeu antioxidantes mas não passou por processo térmico. Porém o tratamento 10 diferiu do tratamento 9 (20% de FAI) que recebeu tratamento térmico, apresentando melhor resultado para conversão alimentar no mesmo nível de inclusão.

Esta característica foi mantida para machos, onde os tratamentos 5, 9 e 10 apresentaram resultados numericamente ruins. Contudo, estatisticamente, o tratamento 9 diferiu dos tratamentos com mesmo nível de inclusão (20%) de FAI, apresentando melhor resultado. Neste mesmo sexo, para dados de conversão alimentar, o tratamento controle apresentou resultado semelhante ao obtido com 5% de inclusão de FAI tratado e não tratado termicamente (TT). Também observa-se que numericamente de acordo com a elevação da inclusão de FAI nas dietas, os valores de CA são prejudicados, ou seja, se elevam. Segundo dados de Vieira et al., (2007), não foi possível verificar diferenças para a conversão alimentar de frangos que receberam até 14% de farelo de arroz na dieta. Estes resultados concordam com os encontrados nesta pesquisa para o período de 22 a 42 dias (tabela 14), onde a CA não foi significativa.

Entre machos e fêmeas aparecem diferenças significativas em todos os tratamentos e estes resultados concordam com Fialho et al., (1993) que também encontraram diferença significativa entre os sexos para a variável conversão alimentar.

Tabela 12. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico de 8 a 21 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Consumo médio (CM), conversão alimentar (CA), peso médio (PM) e ganho de peso médio (GPM).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CM (g)	F	949±14,4 abc	966± 6,3 a	919±10,3 ed	936±16,0 bcd	904± 5,1 ef	952± 6,0 ab	949± 9,1 abc	926±10,1 cde	916±14,4 ed	885± 5,0 f	<0,0001
	CV (%)	3,72	1,60	2,74	4,18	1,37	1,54	2,36	2,67	3,86	1,38	
	M	1069± 6,1 ab	1080± 9,0 a	1057±13,3 abc	1044±14,8 bcd	1025± 8,5 ed	1066±13,5 ab	1057±17,9 abc	1033± 9,4 cd	1004±10,4 e	978± 9,0 f	
	CV (%)	1,39	2,03	3,08	3,47	2,03	3,11	4,15	2,23	2,54	2,26	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
CA (g)	F	1,331±0,005 e	1,360±0,012 bcd	1,372±0,005 bc	1,367±0,005 bcd	1,377±0,007 ab	1,354±0,008 cd	1,349±0,007 ed	1,354±0,004 cd	1,370±0,009 bc	1,394±0,010 a	<0,0001
	CV (%)	0,92	2,23	0,98	0,94	1,29	1,42	1,22	0,64	1,66	1,71	
	M	1,294±0,004 f	1,298±0,009 f	1,320±0,011 cde	1,333±0,005 bc	1,351±0,007 ab	1,298±0,008 f	1,307±0,005 ef	1,313±0,010 def	1,331±0,005 cd	1,362±0,005 a	
	CV (%)	0,67	1,78	1,98	1,00	1,34	1,45	0,95	1,82	0,99	0,83	
P	0,0007	<0,0001	<0,0001	0,0021	0,0147	<0,0001	0,0001	0,0002	0,0004	0,0033		
PM (g)	F	881±17,1 ab	889± 8,5 a	845±12,3 cd	858±14,4 bc	832± 6,7 d	882±10,0 ab	878± 8,6 ab	858±10,8 bc	846±10,9 cd	802± 5,6 e	<0,0001
	CV (%)	4,77	2,34	3,57	4,12	1,98	2,78	2,40	3,09	3,14	1,71	
	M	1008± 4,1 a	1017±10,0 a	994± 8,6 ab	968±10,2 c	939± 6,1 d	1018±11,3 a	995±14,5 ab	974±13,2 bc	950±15,1 cd	899± 7,6 e	
	CV (%)	1,01	2,41	2,12	2,58	1,60	2,72	3,57	3,32	3,89	2,08	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001		
GPM (g)	F	713±10,4 a	710± 6,2 a	671± 9,3 bc	685±12,6 b	657± 6,6 c	710± 7,2 a	707± 6,1 a	685± 8,4 b	670± 7,1 bc	635± 5,7 d	<0,0001
	CV (%)	3,57	2,14	3,38	4,49	2,46	2,48	2,11	3,02	2,60	2,19	
	M	826± 4,9 abc	833± 9,3 ab	807± 7,9 cd	783± 9,4 ef	759± 5,0 g	834±11,0 a	812±13,3 bc	788±12,2 de	764±13,3 fg	718± 6,5 h	
	CV (%)	1,46	2,72	2,39	2,93	1,63	3,24	4,01	3,80	4,26	2,20	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001		

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 13. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico de 22 a 35 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Consumo médio (CM), conversão alimentar (CA), peso médio (PM) e ganho de peso médio (GPM).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CM (g)	F	1748±28,5 ab	1718±17,1 abc	1668±16,7 bcd	1689±27,3 abcd	1639±21,4 cd	1714±14,1 abc	1741±20,2 ab	1710±19,2 abcd	1751±85,4 a	1632±21,7 d	0,0248
	CV (%)	3,99	2,44	2,46	3,96	3,20	2,02	2,84	2,75	11,9	3,26	
	M	2047±25,6 a	2001±23,5 ab	2035±16,4 a	1942±32,3 bc	1948±16,1 bc	2032±33,5 a	1989±30,8 ab	1937±15,6 bc	1937±27,9b c	1894±24,2 c	0,0018
	CV (%)	3,06	2,88	1,98	4,08	2,02	4,04	3,79	1,97	3,53	3,13	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
CA (g)	F	1,675±0,010	1,712±0,029	1,692±0,025	1,675±0,010	1,679±0,008	1,686±0,021	1,661±0,008	1,653±0,005	1,734±0,078	1,710±0,016	0,3643
	CV (%)	1,43	4,17	3,63	1,53	1,19	3,07	1,14	0,74	11,0	2,30	
	M	1,579±0,012	1,598±0,008	1,583±0,013	1,610±0,008	1,603±0,009	1,580±0,006	1,651±0,063	1,607±0,031	1,584±0,010	1,630±0,014	0,4479
	CV (%)	1,87	1,18	2,05	1,15	1,42	0,99	9,32	4,80	1,51	2,17	
P	0,0137	0,0033	0,0049	0,0888	0,0471	0,0064	0,8008	0,2336	0,0002	0,0378		
PM (g)	F	1934±23,8 a	1923±21,6 ab	1832±24,9 d	1868±26,0 bcd	1817±14,0 de	1901±27,9 abc	1926±16,0 ab	1898±16,1 abc	1856±17,5 cd	1764±15,6 e	<0,0001
	CV (%)	3,02	2,75	3,32	3,40	1,88	3,60	2,04	2,07	2,31	2,16	
	M	2311±27,4 a	2293±20,6 a	2281±13,7 ab	2178±28,1 c	2168±18,1 c	2317±20,4 a	2225±49,2 bc	2199±38,4 c	2186±35,7 c	2091±28,8 d	<0,0001
	CV (%)	2,90	2,20	1,47	3,16	2,05	2,15	5,41	4,27	4,00	3,38	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
GPM (g)	F	1053±14,3 a	1034±17,5 ab	987±16,9 bc	1010±17,0 abc	985± 9,4 bc	1018±20,3 ab	1048±10,7 a	1040± 9,2 a	1010±13,2 abc	962±14,1 c	0,0051
	CV (%)	3,34	4,15	4,20	4,11	2,33	4,88	2,50	2,16	3,19	3,58	
	M	1302±26,6 a	1275±18,2 ab	1287± 9,0 a	1210±20,5 c	1228±16,3 bc	1299±12,4 a	1231±42,1 bc	1224±32,2 c	1236±24,2 bc	1192±24,2 c	<0,0001
	CV (%)	5,00	3,50	1,71	4,16	3,25	2,34	8,39	6,45	4,80	4,98	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

No período de 22 a 35 dias, a tabela 13 mostra os resultados apresentados para conversão alimentar. Machos e fêmeas avaliados isoladamente não demonstraram diferença significativa entre os tratamentos no período de 22 a 35 dias. Por fim, na última semana de avaliação, como observado na tabela 14 (período de 36 a 42 dias), observando os valores para conversão alimentar apresentados, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos quando comparados machos e fêmeas isoladamente. Estes resultados estão de acordo com Aboosadiet al., (1996), que em sua pesquisa com frangos de corte alimentados com ração contendo 30% de farelo de arroz, não encontraram diferença significativa para a conversão alimentar.

Contudo, entre sexos, de 22 a 35 dias houve diferença significativa entre os tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10. Já no período de 36 a 42 dias a diferença surge para os tratamentos 7 e 8.

#### 4.2.3 Peso médio

A variável peso médio (tabela 11) na primeira semana de vida não apresentou diferença significativa dentro do mesmo sexo para os tratamentos testados, contudo, apresentou diferenças relacionadas a média de peso quando comparados machos e fêmeas. As fêmeas normalmente apresentam peso inferior aos machos, já que sua capacidade de desenvolvimento e de ganho de peso limita-se em um nível um pouco abaixo dos níveis atingidos por machos de mesma idade (MACARI, 2002). Como reflexo do peso médio os valores de ganho de peso médio, nesta avaliação para cada sexo independentemente apresentaram resultado semelhante para todos os tratamentos. Como esperado quando comparado os sexos, os mesmos tratamentos que apresentaram diferença entre o peso mantiveram esta diferença também para ganho de peso médio.

Segundo Gonzáles e Saldanha (2001), como a vida dos frangos de corte tem um ciclo rápido, em média 42 dias, a primeira semana de vida representa cerca de 20% do período de vida da ave. É nesta fase que ocorre a maior taxa de crescimento relativo do pintinho, havendo uma alta correlação positiva entre as médias de peso vivo no sétimo dia e o seu respectivo peso ao abate.

Gallingeret al., (2004), que, ao fornecerem dietas com 0, 10 e 20% de FAI para frangos de corte de 1 a 21 dias de idade, observaram menor ganho de peso

(3,93%) dos frangos alimentados com dietas com FAI em comparação aos alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja. Nesta pesquisa, encontrou-se resultados semelhantes, de acordo com a tabela 12, no período de 8 a 21 dias de idade, observando isoladamente as fêmeas para a variável peso médio, o tratamento 10 apresentou o pior desempenho, onde os animais ganharam menos peso, seguidos pelos tratamentos equivalentes 5 e 9, demonstrando novamente que níveis superiores de inclusão de FAI independente de tratamento térmico (TT) prejudicam numericamente o desempenho dos animais.

Entretanto, o tratamento controle mostra estatisticamente que foi semelhante aos níveis 5% (T6), 10% (T7), e 15%(T8) de inclusão de FAI tratado termicamente e ainda foi semelhante aos níveis 5% (T3) e 15% (T4). Analisando os machos isoladamente obteve-se significância estatística para o tratamento 10 em relação aos demais, onde conforme ocorreu com as fêmeas, demonstrou o pior desempenho, fazendo com que o ganho de peso não fosse tão eficiente. Os tratamentos com inclusão de 20% de FAI (5 e 9) com TT apresentaram resultados equivalentes, não diferindo estatisticamente. Já o tratamento controle teve resultado semelhante aos níveis de inclusão 5% e 10% de FAI com e sem TT (tratamentos 2,3,6,7). Pode-se concluir mais uma vez que o TT não demonstrou diferença significativa, já que de acordo com o aumento da inclusão o resultado mostrou-se equivalente para a presença de calor ou não. Em sua pesquisa, Hussein e Kratzer (1982), também mostraram que aves que receberam arroz oxidado na dieta apresentaram crescimento inferior quando comparado a dietas não oxidadas.

No período de 22 a 35 dias (tabela 13), a variável peso médio para fêmeas apresentou os melhores resultados para o tratamento controle, sendo este estatisticamente igual aos níveis 5% (tratamento 2) de FAI sem TT e 5, 10 e 15% de FAI com TT. Percebe-se que o tratamento pelo calor neste caso influenciou positivamente nos resultados, propiciando ganho de peso superior quando comparado com o FAI sem TT. Também pode perceber que o FAI sem tratamento apresentou desempenho equivalente ao FAI sem TT, corroborando na teoria de que neste quesito os farelos sem TT não apresentaram bons resultados. Quando se analisa os resultados obtidos para os machos, o FAI sem tratamento apresentou isoladamente o resultado inferior a todos os demais, sendo assim, a adição de medidas antioxidantes em conjunto com TT ou não foi mais eficaz que a ausência delas.

Fialho et al., (1993) demonstraram também que níveis altos de inclusão de FAI promovem peso médio inferior das aves que o consomem. Contrariando os resultados obtidos pelas fêmeas, o tratamento controle pode ser comparado aos níveis 5 e 10% de FAI sem TT, e 5% de FAI com TT. No período final (36 a 42 dias), conforme observado na tabela 14, o comportamento da variável peso médio para fêmeas, pode-se perceber que o FAI sem tratamento apresentou o pior desempenho juntamente com o tratamento 5. Já o tratamento controle não diferiu estatisticamente dos tratamentos 2 (5%), 6 (5%), 7 (10%) e 8 (15%). Levando em consideração somente machos, tem-se que o FAI sem tratamento apresentou desempenho estatisticamente igual ao tratamento 5 novamente. Para o controle tem-se que não diferiu aos níveis 5 e 10% de inclusão com ou sem TT.

Quando compara-se machos e fêmeas os resultados sugerem diferença estatística para todos os tratamentos em todos os períodos. Segundo o NRC (1994), os machos necessitam maior quantidade de nutrientes quando comparados a fêmeas numa mesma idade.

#### 4.2.4 Ganho de peso médio

No período de 8 a 21 dias, a variável ganho de peso médio com valores demonstrados na tabela 12, analisando isoladamente tanto os machos quanto as fêmeas, percebe-se que o tratamento com inclusão de 20% de FAI não tratado apresenta os piores resultados. Ainda pode-se comparar o fato que níveis de inclusão de 20% de FAI tratado termicamente ou não, não diferiram significativamente demonstrando que o uso da peletização não foi capaz de alterar os resultados. De acordo com Teichmann et al., (1993), em sua pesquisa concluíram que as aves que consumiram rações sem a inclusão de FAI comparadas com as que receberam FAI na dieta obtiveram ganho de peso médio superior.

Novamente o tratamento controle mostrou resultados comparáveis ao nível de inclusão de 5% de FAI tratado. Segundo Cancherini et al., (2008) o ganho de peso das aves que receberam 5% de inclusão de FAI não diferiu estatisticamente do tratamento controle, resultado este que concorda com os resultados encontrados nesta pesquisa.

Durante o período de 22 a 35 dias, o ganho de peso médio apresentado na tabela 13, mostra que o tratamento controle é estatisticamente igual aos níveis 5, 10,

15 e 20% de FAI com TT e somente ao nível 5% e 15% do FAI sem TT. Já o FAI sem tratamento teve resultado equivalente aos níveis 10, 15 e 20% do FAI sem TT. Buscando analisar somente machos, tem-se que o tratamento controle pode ser comparado aos níveis 5 e 10% de FAI sem TT e ao nível de 5% de FAI com TT. O farelo de arroz que não recebeu tratamento apresentou números estatisticamente iguais aos encontrados nos níveis 10, 15, 20% de FAI com TT e também aos níveis de inclusão de 15 a 20%. Neste item a correspondência entre os níveis de inclusão e a diferença estatística não foi mantida, sendo assim, os tratamentos diferem entre si de acordo com seu nível de inclusão.

Alguns autores citam que o processamento térmico do FAI torna este alimento viável na dieta de frangos de corte, podendo ser utilizado sem prejudicar o ganho de peso e desempenho dos animais (BERSCH et al., 1989; SAYRE et al., 1987). Contrariando estes autores pode-se observar uma redução do ganho de peso para níveis superiores de inclusão de FAI.

No período final, também para ganho de peso médio na tabela 14, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos para avaliação de cada sexo isoladamente. Entretanto, observa-se que quando são correlacionados os sexos, a diferença significativa aparece para os tratamentos em sua totalidade.

Por fim, entre machos e fêmeas existem diferenças significativas entre todos os tratamentos, nos períodos de 8-21 dias (tabela 12), 22 a 35 dias (tabela 13) e por fim, de 36 a 42 dias (tabela 14). De acordo com Fialho et al., (1993), em pesquisa com frangos de corte consumindo farelo de arroz integral, também observaram diferenças significativas entre machos e fêmeas para as variáveis consumo de alimento, ganho de peso e conversão alimentar.

Tabela 14. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico de 36 a 42 dias de vida de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Consumo médio (CM), conversão alimentar (CA), peso médio (PM) e ganho de peso médio (GPM).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
CM (g)	F	1083±13,1 ab	1104±26,4 a	1052±11,9 bc	1065±24,2 abc	1000±19,1 d	1066±18,0 abc	1066±14,4 abc	1059±16,6 abc	1049±15,1 bc	1031±19,5 cd	0,0062
	CV (%)	2,96	5,87	2,77	5,57	4,67	4,13	3,32	3,84	3,53	4,63	
	M	1253±19,8 ab	1255±10,3 ab	1260±16,9 a	1254±43,1 ab	1214±21,8 abcd	1202±28,8 cd	1238±22,5 abc	1188±12,9 d	1212±39,8 bcd	1231±35,3 abcd	0,0245
	CV (%)	3,88	2,02	3,28	8,42	4,40	5,87	4,45	2,66	8,05	7,03	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	
CA (g)	F	1,989±0,032	1,977±0,092	1,930±0,053	1,966±0,014	1,982±0,014	1,914±0,030	1,984±0,022	2,008±0,018	1,965±0,019	1,944±0,017	0,8633
	CV (%)	3,90	11,5	6,72	1,77	1,72	3,84	2,72	2,15	2,40	2,08	
	M	1,918±0,039	1,915±0,023	1,938±0,040	1,876±0,060	1,948±0,013	1,974±0,027	1,827±0,094	1,885±0,062	1,934±0,033	1,936±0,021	0,3662
	CV (%)	5,01	2,88	5,02	7,89	1,59	3,30	12,7	8,09	4,17	2,63	
P	0,2555	0,3085	0,8938	0,1431	0,5770	0,3251	0,0118	0,0476	0,6130	0,8904		
PM (g)	F	2492±21,1 a	2485±10,9 a	2380±19,6 de	2409±35,6 bcd	2322±21,2 ef	2458±30,9 abc	2468±18,9 ab	2430±23,6 abcd	2395±18,5 cd	2301±23,2 f	<0,0001
	CV (%)	2,07	1,07	2,02	3,62	2,24	3,08	1,88	2,38	1,89	2,47	
	M	2971±30,3 a	2948±21,9 a	2933±14,5 a	2861±68,3 bc	2809±31,6 cd	2937±40,6 a	2921±40,7 ab	2833±25,7c	2819±61,0 c	2738±48,8 d	<0,0001
	CV (%)	2,50	1,82	1,21	5,84	2,75	3,39	3,41	2,22	5,30	4,36	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001		
GPM (g)	F	558±13,1	562±21,7	548±17,6	542±14,6	505± 9,4	558±11,6	542± 7,4	532± 9,5	540±10,1	536±15,8	0,6158
	CV (%)	5,73	9,44	7,87	6,60	4,58	5,09	3,36	4,39	4,59	7,22	
	M	660±19,4	656±11,2	652±16,8	683±43,2	641±18,8	621±26,0	695±43,3	634±25,3	633±29,5	648±26,4	0,1557
	CV (%)	5,73	9,44	7,87	6,60	4,58	5,09	3,36	4,39	4,59	7,22	
P	0,0015	0,0034	0,0012	<0,0001	<0,0001	0,0458	<0,0001	0,0014	0,0034	0,0005		

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

### 4.3 Rendimento

As variáveis analisadas para rendimento de cortes são apresentadas abaixo. Na tabela 15 são apresentados os resultados para interação entre sexo e tratamento. Observando a tabela pode-se concluir que não houve interação significativa entre sexo e tratamento.

Tabela 15. Níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância e coeficientes de variação para as variáveis avaliadas. Peso vivo (PV), peso da carcaça quente (PCQ), peso da moela (PMo), peso do fígado (PF), peso do coração (PC), peso da asa (PA), peso da coxa (PCo), peso da sobrecoxa (PS), peito do peito sem pele (PP), rendimento da asa (RA), rendimento da coxa (RC), rendimento da sobrecoxa (RSC), rendimento do peito sem pele (RP), rendimento de moela (RMo), rendimento de fígado (RF), rendimento de coração (RCo).

Variável	Pr > F			CV
	Tratamento	Sexo	Sexo x Tratamento	
PV	<0,0001	<0,0001	0,4304	8,925
PCQ	<0,0001	<0,0001	0,1291	9,064
PMo	0,1128	<0,0001	0,8465	12,613
PF	0,1136	<0,0001	0,5504	11,727
PC	0,7478	<0,0001	0,4247	14,914
PA	0,0015	<0,0001	0,4799	9,082
PCo	0,0054	<0,0001	0,1526	11,699
OS	0,0001	<0,0001	0,4653	9,626
PP	0,0015	<0,0001	0,3779	9,841
RA	0,6118	0,3581	0,0736	2,994
RC	0,8354	<0,0001	0,6402	4,038
RSC	0,4419	0,9690	0,4611	3,158
RP	0,0472	0,5677	0,2756	3,216
RMo	0,0007	0,0485	0,5552	11,923
RF	0,1271	0,0149	0,3160	9,934
RCo	0,6107	0,1194	0,6625	11,185

Teste t-Student ( $p \leq 0,05$ ).

Conforme observado na tabela 16, o peso vivo apresentou diferença significativa quando comparados machos e fêmeas isoladamente. Para as fêmeas os resultados considerados inferiores são os que apresentam 20% de inclusão de FAI independente de ser tratado ou não. Entretanto os níveis de 5, 10 e 15% de inclusão não apresentaram diferença significativa com relação ao tratamento controle, demonstrando que são iguais a este. Observando os machos, o comportamento desta variável é diferenciado, os tratamentos com resultados numericamente inferiores foram novamente os tratamentos com inclusão de 20 % de FAI, contudo o tratamento 9 (FAI com TT) apresentou resultado superior estatisticamente do tratamento 5 (FAI sem TT) e do tratamento 10 (FAI sem tratamento).

Ainda de acordo com a tabela 16, para a variável carcaça quente, os machos não diferiram estatisticamente para nenhum dos tratamentos. Entretanto, as fêmeas apresentaram algumas diferenças, sendo que os tratamentos com pior desempenho foram o 5, 8, 9, 10. Neste caso, observa-se que a inclusão de 15% de FAI com TT, provocou uma redução do peso da carcaça após o abate, em relação ao mesmo nível sem TT. Ainda, pode-se perceber ao nível de 20% de inclusão que o uso de TT ou mesmo de qualquer outro tratamento no FAI não provocou diferença significativa. Algumas pesquisas têm seus argumentos baseados no fato do FAI ser rico em alguns nutrientes, como proteína, lipídios e vitaminas B e E. Como reflexo, sua utilização na alimentação de aves é limitada pela presença de fatores antinutricionais, como os polissacarídeos não-amiláceos (PNA). De acordo com Cantor (1995), a concentração de PNA encontrada no FAI é bastante alta (25%). Para Domene (1996) e Conte (2000) a presença de PNA no FAI gera um efeito negativo sobre a absorção de nutrientes, o que justifica a piora no rendimento de carcaça e ainda acarreta em consequência uma redução na deposição de gordura abdominal das aves alimentadas com níveis crescentes de FAI.

O peso das vísceras comestíveis, moela, fígado e coração (tabela 16) não apresentou diferença significativa para os sexos separadamente, demonstrando nesta variável que todos os tratamentos são iguais entre si.

Tabela 16. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis de desempenho zootécnico obtidos após o abate de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Peso vivo (PV), peso da carcaça quente (PCQ), peso da moela (PMo), peso do fígado (PF), peso do coração (PC).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
PV (g)	F	2454±24,1 a	2477±31,0 a	2421±28,0 ab	2449±30,0 a	2323±28,8 c	2457±31,9 a	2453±25,2 a	2410±24,4 ab	2364±23,8 bc	2360±26,3 bc	0,0046
	CV (%)	2,41	3,07	2,83	3,00	3,04	3,18	2,52	2,48	2,47	2,73	
	M	2933±32,5 a	2926±45,9 a	2890±30,6 ab	2819±38,2 bc	2796±25,7 cd	2837±28,4 bc	2881±30,6 abc	2834±23,5 bc	2827±51,5 bc	2733±56,5 d	0,0002
	CV (%)	2,71	3,85	2,60	3,32	2,25	2,46	2,60	2,03	4,46	5,06	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
PCQ (g)	F	1906±18,5 ab	1905±18,9 ab	1838±39,8 bc	1890±23,4 ab	1786±30,7 c	1913±35,6 a	1899±25,3 ab	1853±30,3 abc	1819±13,3 c	1814±16,6 c	0,0015
	CV (%)	2,37	2,43	5,30	3,04	4,21	4,56	3,27	4,01	1,79	2,24	
	M	2261±27,0 a	2256±36,0 a	2245±27,0 ab	2154±27,4 cd	2133±22,1 cd	2181±18,1 bc	2238±30,8 ab	2177±23,2 bc	2180±35,9 bc	2102±39,3 d	0,8718
	CV (%)	2,92	3,91	2,95	3,12	2,54	2,03	3,37	2,61	4,03	4,58	
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
PMo (g)	F	30,2± 0,96	30,8± 0,99	30,8± 0,48	33,3± 1,50	32,1± 1,56	29,7± 0,56	30,9± 0,89	29,6± 0,84	31,5± 2,13	34,3± 1,39	0,4104
	CV (%)	7,74	7,91	3,79	11,0	11,9	4,64	7,05	6,96	16,6	9,90	
	M	33,1± 1,28	36,2± 1,92	33,3± 1,81	35,6± 2,42	35,3± 1,19	35,6± 1,03	34,6± 2,71	35,6± 0,92	33,1± 1,27	38,1± 2,26	0,3444
	CV (%)	9,49	13,0	13,3	16,6	8,23	7,11	19,2	6,30	9,36	14,5	
P	0,1928	0,0141	0,2493	0,2824	0,1381	0,0081	0,0951	0,0072	0,4549	0,0831		
PF (g)	F	42,1± 1,12	46,2± 1,50	40,8± 1,76	43,3± 2,67	38,5± 1,01	41,7± 1,11	42,0± 1,56	45,0± 2,39	41,7± 1,47	40,6± 2,41	0,1391
	CV	6,53	7,95	10,6	15,1	6,46	6,49	9,08	13,0	8,67	14,5	
	M	47,4± 2,03	50,0± 2,00	46,4± 1,53	48,6± 2,26	46,2± 2,56	46,5± 1,11	44,4± 0,84	45,3± 1,86	48,4± 2,75	48,4± 1,78	0,4765
	CV	10,5	9,78	8,06	11,4	13,6	5,85	4,61	10,0	13,9	9,01	
P	0,0469	0,1471	0,0390	0,0483	0,0047	0,0764	0,3829	0,9281	0,0133	0,0045		
PC(g)	F	10,7± 0,31	10,4± 0,57	10,2± 0,47	10,6± 0,64	9,393±0,342	11,0± 0,25	10,8± 0,30	10,8± 0,60	10,7± 0,50	10,4± 0,45	0,5928
	CV	7,11	13,5	11,4	14,8	8,92	5,57	6,85	13,7	11,5	10,6	
	M	13,1± 0,55	12,3± 0,48	13,2± 0,57	13,3± 0,86	12,9± 0,62	11,9± 0,40	12,6± 0,32	13,2± 0,44	13,2± 0,77	12,8± 0,70	0,5688
	CV	10,3	9,55	10,5	15,9	11,7	8,16	6,18	8,08	14,4	13,3	
P	0,0017	0,0138	<0,0001	0,0006	<0,0001	0,2114	0,0213	0,0014	0,0011	0,0019		

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

Conforme apresentado na tabela 17, o peso das asas de fêmeas não apresentou diferença significativa para nenhum dos tratamentos. Contudo, para machos algumas diferenças puderam ser notadas. O desempenho inferior foi observado nos tratamentos com níveis superiores de inclusão de FAI, novamente o TT ou não do farelo não mostrou-se relevante. Numericamente é observado que à medida que a inclusão aumenta o peso médio das asas é reduzido, porém esta redução não pareceu estatisticamente relevante.

Segundo Vieira et al., (2007) avaliando a relação de FAI com enzimas exógenas não observaram efeitos dos diferentes níveis de inclusão do FAI nas rações sobre características de carcaça. Sendo assim puderam concluir que a inclusão desse ingrediente com a suplementação enzimática proporcionou resultados satisfatórios em função da atuação positiva das enzimas.

Neste trabalho, entretanto, o peso das coxas (tabela 17) apresentou significância estatística somente para machos, já para as fêmeas todos os tratamentos se comportaram de maneira semelhante. As inclusões de 15 e 20% de FAI com e sem TT e ainda FAI sem tratamentos para machos apresentou resultado semelhantes, sendo estes comparáveis. O fato de o farelo receber ou não tratamento, mostrou-se ineficaz novamente nos níveis citados. Entretanto, a inclusão de 5 e 10% de FAI sem TT apresentou resultados semelhantes ao tratamento controle, enquanto somente a inclusão de 5% de FAI com TT pode ser comparado a testemunha. Neste caso observa-se que o TT reduziu o desempenho da variável ao nível de 10% de inclusão.

Segundo Bonato et al., (2004) com o aumento da inclusão de FAI nas dietas, houve uma redução significativa no peso da carcaça, peso de peito e peso de coxa. Neste trabalho para machos também ocorre numericamente uma redução de peso de coxa, sobrecoxa e peito conforme se eleva a inclusão de FAI.

Na tabela 17 apresentam-se os pesos das sobrecoxas. Para fêmeas assim como as asas e as coxas, não apresentaram diferença significativa para nenhum dos tratamentos estudados. Para machos assim como ocorreu com os cortes anteriores também houve diferença significativa. O T10 apresentou resultados estatisticamente iguais aos encontrados nos tratamentos 4 (15%), 5 (20%) e 8 (15%). Numericamente o pior resultado foi encontrado para o T10, entretanto, este é semelhante aos tratamentos citados. Contudo, o T9 (20%), apresentou melhor

desempenho, em geral o farelo com TT apresentou resultado global melhor que o farelo sem TT.

Na variável peito (sem pele) (tabela 17) foram observadas diferenças significativas tanto para machos quanto para fêmeas. No caso das fêmeas numericamente obteve-se um resultado inferior para o tratamento 8, contudo este é estatisticamente igual aos tratamentos 3, 5, 9 e 10. O tratamento controle pode ser comparado com os níveis de 5% e 10% de inclusão de FAI com TT e inclusão de 5% e 15% de FAI sem TT. De acordo com o demonstrado pelos machos, o fato do farelo possuir ou não qualquer tipo de tratamento não influenciou nos resultados, porém, o nível de inclusão demonstra presença de diferenças. Para as inclusões de 15 e 20% de FAI com e sem TT e 20% de FAI sem tratamento os resultados se mostraram equivalentes, ou seja, iguais estatisticamente.

Quando comparados machos e fêmeas entre si, tem-se diferença para todas as variáveis apresentadas anteriormente. Estes resultados se devem a diferença inicial de peso vivo e de carcaça quente (tabela 16), já que os cortes são proporcionais em sua maioria ao tamanho e peso da carcaça que os originou.

#### 4.3.1 Rendimento de cortes e vísceras

Na tabela 18, encontram-se os resultados referentes ao rendimento de cortes. O rendimento de cortes como asa, coxa e sobrecoxa, não apresentou diferença significativa para nenhum dos tratamentos testados. Segundo a tabela 19, podem ser contemplados também os resultados isolados para machos e fêmeas de rendimento de coração e fígado que também não apresentaram diferença significativa. Sendo assim, o tratamento antioxidante aliado a processo térmico ou não, não influencia os níveis de inclusão e ainda, utilização de farelo de arroz não tratado, não afeta o rendimento de cortes de frangos ao abate.

De acordo com Cancheriniet al., (2008) o FAI não altera o rendimento de cortes de frangos como peito, coxa e sobrecoxa. Estes resultados concordam com os resultados obtidos para coxa e sobrecoxa, onde nesta pesquisa onde também não houve diferença. Contudo, para variável peito sem pele nota-se diferença significativa para fêmeas, sendo esta observada no tratamento 8, o restante dos tratamentos não diferiram significativamente. Bonato et al., (2004) observou diferença significativa para o farelo de arroz no parâmetro rendimento de peito, onde

o tratamento com 0% de FAI apresentou maior peso em relação ao tratamento com 30% de FAI. Segundo, Karkow (2011), em sua pesquisa, também não observou diferença de rendimento de cortes de frangos alimentados com farelo de arroz desengordurado.

Wyatt et al., (1997) avaliando a suplementação de enzimas em dietas a base de milho e soja também não verificaram diferenças no rendimento de carcaça.

Brum Júnior et al., (2007) verificaram que a utilização de quirera de arroz não afetou o rendimento de carcaça quente, de fígado, de coração, de peito, de sobrecoxa e de coxa.

Entre sexos observaram-se diferenças para a variável peito sem pele, também demonstrado no T8, sendo este consequência do resultado global do tratamento. No rendimento de asas (tabela 18) observou-se que nos tratamentos 3 e 5 os machos apresentaram rendimento inferior ao rendimento das fêmeas. No rendimento de coxas (tabela 18) os únicos tratamentos que não apresentam diferença significativa foram o T5 e T8, o restante diferiu significativamente, sendo que os machos apresentaram valores superiores às fêmeas. Avaliando o rendimento da sobrecoxa, não foi observada diferença significativa entre nenhum dos tratamentos em estudo.

O rendimento de moela (tabela 19) foi influenciado pelos tratamentos, para ambos os sexos. Para fêmeas, os resultados sugerem que quanto maior a inclusão de FAI na dieta o rendimento da moela é aumentado. Pode-se observar que a inclusão de 20% (T5, T9 e T10) de FAI não dependente de tratamento ocasiona aumento da moela. Para os machos, os resultados demonstram elevação numérica do rendimento para a maioria dos casos à medida que se eleva a inclusão de FAI (com e sem TT).

Segundo Brum Júnior et al., (2007) o rendimento de moela diminuiu linearmente com o aumento do nível de quirera de arroz. Uma justificativa consistente poderia se embasar no fato de ter ocorrido em consequência da maior degradabilidade do arroz, por possuir menor nível de fibra e maior nível de amido, conforme Rostagno et al., (2000) e Rostagno et al., (2005).

Entre machos e fêmeas observa-se diferença para rendimento de moela (tabela 8) nos tratamentos 9 e 10, onde o resultado encontrado para fêmeas é superior aos encontrados para machos. Para rendimento de fígado, existe diferença somente no tratamento 8, onde o rendimento de fêmeas foi superior ao rendimento

dos machos. Por fim, no rendimento do coração foi observada diferença somente para o tratamento 5, onde o resultado superior foi encontrado em machos.

Segundo López e Baião (2004), aves que recebem ração peletizada apresentam menor desenvolvimento da moela e isto se deve à maior taxa de passagem dessas rações, o que provocaria menor volume de alimento na moela e menor atividade dos músculos.

Tabela 17. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: peso de cortes de frangos alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Peso da asa (PA), peso da coxa (PC), peso da sobrecoxa (PSC), peso do peito sem pele (PP).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
PA (g)	F	183± 2,1	185± 1,0	183± 4,8	187± 1,6	179± 3,6	186± 3,9	185± 4,0	181± 3,5	181± 1,5	179± 2,9	0,5375
	CV (%)	2,75	1,28	6,38	2,12	4,88	5,10	5,28	4,80	2,04	3,95	
	M	222± 3,7 a	219± 3,9 ab	216± 2,7 ab	216± 3,1 ab	206± 2,1 cd	214± 3,6 bc	219± 5,1 ab	215± 3,2 ab	213± 3,4 bcd	204± 5,0 d	0,0012
	CV (%)	4,06	4,33	3,02	3,50	2,55	4,15	5,71	3,59	3,93	5,94	
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PC (g)	F	230± 3,2	229± 2,6	221± 3,8	229± 4,5	221± 1,7	229± 5,4	229± 5,8	228± 3,8	223± 4,0	222± 3,5	0,5951
	CV (%)	3,45	2,79	4,22	4,79	1,90	5,74	6,15	4,06	4,44	3,81	
	M	286± 5,3 ab	289± 6,0 a	289± 5,5 a	275± 6,1 bc	270± 3,3 c	281± 5,2 abc	291± 4,5 a	273± 3,5 c	281± 1,9 abc	270± 6,2 c	0,0009
	CV (%)	4,53	5,13	4,69	5,45	3,02	4,50	3,78	3,13	1,67	5,58	
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PSC (g)	F	350± 4,8	353± 7,5	346± 8,4	345± 6,7	327± 6,0	353± 6,1	354± 9,2	341± 6,9	344± 6,3	341± 5,3	0,1702
	CV (%)	3,35	5,24	5,91	4,78	4,47	4,20	6,40	4,93	4,47	3,84	
	M	427±10,4 a	419± 7,0 ab	416± 6,1 abc	399± 6,4 cde	391± 4,8 de	408± 6,0 bcd	413± 8,8 abc	401± 6,9 bcde	408± 8,1 bcd	385± 9,1 e	0,0005
	CV (%)	5,98	4,12	3,60	3,92	3,03	3,62	5,23	4,23	4,87	5,79	
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
PP (g)	F	698± 9,1 a	682±13,6 ab	650±17,9 bcd	676±12,7 abc	648±10,1 bcd	680±16,0 abc	680±11,3 abc	634±12,4 d	643±10,2 cd	651±10,6 bcd	0,0197
	CV (%)	3,18	4,87	6,75	4,59	3,82	5,77	4,08	4,79	3,89	3,99	
	M	810±10,7 a	813±17,1 a	801± 8,7 ab	764±14,1 bc	778±22,6 abc	782± 6,0 abc	793±23,4 ab	781±17,9 abc	770±15,0 bc	752±16,0 c	0,0419
	CV (%)	3,23	5,16	2,66	4,51	7,13	1,88	7,23	5,62	4,77	5,19	
	P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 18. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: rendimento de cortes de frangos de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Rendimento da asa (RA), rendimento da coxa (RC), rendimento da sobrecoxa (RSC), rendimento do peito sem pele (RPP).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
RA (%)	F	9,666±0,096	9,773±0,104	10,0± 0,14	9,982±0,100	10,1± 0,05	9,842±0,169	9,817±0,154	9,679±0,211	10,0± 0,04	9,953±0,064	0,0959	
	CV (%)	2,43	2,61	3,39	2,46	1,30	4,20	3,83	5,33	0,90	1,56		
	M	9,888±0,123	9,837±0,110	9,690±0,065	10,1± 0,09	9,711±0,101	9,830±0,115	9,843±0,180	9,931±0,115	9,820±0,095	9,767±0,073		0,5156
	CV (%)	3,04	2,73	1,65	2,31	2,54	2,88	4,48	2,83	2,36	1,82		
	P	0,1853	0,7003	0,0337	0,5461	0,0268	0,9425	0,8769	0,1342	0,1910	0,2670		
RC (%)	F	12,1± 0,11	12,1± 0,15	12,1± 0,15	12,2± 0,23	12,4± 0,14	12,1± 0,20	12,1± 0,23	12,2± 0,11	12,3± 0,15	12,3± 0,10	0,8640	
	CV (%)	2,22	3,00	3,12	4,53	2,85	4,08	4,58	2,22	3,01	2,05		
	M	12,7± 0,16	12,9± 0,14	12,9± 0,12	12,8± 0,14	12,7± 0,19	12,9± 0,19	13,1± 0,19	12,6± 0,13	13,0± 0,20	12,9± 0,16		0,6056
	CV (%)	3,07	2,69	2,34	2,64	3,58	3,57	3,59	2,59	3,74	3,01		
	P	0,0119	0,0003	0,0007	0,0075	0,2174	0,0011	0,0002	0,0905	0,0078	0,0180		
RSC (%)	F	18,4± 0,25	18,6± 0,24	19,0± 0,13	18,4± 0,11	18,4± 0,16	18,7± 0,28	18,7± 0,28	18,3± 0,38	19,0± 0,27	19,0± 0,26	0,2477	
	CV (%)	3,37	3,18	1,65	1,48	2,09	3,70	3,65	5,15	3,49	3,38		
	M	19,0± 0,27	18,8± 0,37	18,6± 0,20	18,7± 0,12	18,4± 0,22	18,8± 0,16	18,5± 0,32	18,5± 0,15	18,8± 0,25	18,4± 0,15		0,7200
	CV (%)	3,54	4,77	2,58	1,63	2,95	2,09	4,26	2,02	3,28	2,01		
	P	0,0995	0,5315	0,3362	0,4129	0,9721	0,8588	0,5603	0,5774	0,5783	0,1060		
RPP (%)	F	36,7± 0,26 a	35,9± 0,67 a	35,6± 0,46 a	35,9± 0,66 a	36,5± 0,25 a	36,0± 0,37 a	36,0± 0,29 a	34,0± 0,54 b	35,5± 0,35 a	36,2± 0,39 a	0,0094	
	CV (%)	1,75	4,56	3,14	4,51	1,67	2,49	1,96	3,90	2,44	2,63		
	M	36,0± 0,34	36,4± 0,45	35,9± 0,33	35,6± 0,40	36,6± 0,72	36,0± 0,33	35,6± 0,62	35,9± 0,51	35,5± 0,31	36,0± 0,34		0,7758
	CV (%)	2,30	3,01	2,28	2,75	4,79	2,22	4,27	3,51	2,14	2,32		
	P	0,3005	0,4342	0,5908	0,5945	0,8626	0,9801	0,4629	0,0042	0,9974	0,7386		

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

Tabela 19. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: rendimento de vísceras comestíveis de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Rendimento de moela (RM), rendimento de fígado (RF), rendimento de coração (RC).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
RM (%)	F	1,550±0,048	1,581±0,038	1,662±0,056	1,724±0,085	1,768±0,085	1,535±0,022	1,600±0,039	1,576±0,059	1,697±0,113	1,853±0,065	0,0215
	CV (%)	7,57	5,89	8,29	12,1	11,8	3,44	5,93	9,15	16,3	8,55	
	M	1,437±0,040	1,585±0,070	1,463±0,087	1,637±0,115	1,624±0,043	1,599±0,048	1,512±0,116	1,603±0,051	1,493±0,059	1,783±0,083	0,0297
	CV (%)	6,87	10,7	14,6	17,2	6,43	7,39	18,9	7,85	9,64	11,5	
	P	0,2659	0,9707	0,0506	0,3890	0,1567	0,5272	0,3849	0,7938	0,0464	0,4909	
RF (%)	F	2,157±0,052	2,371±0,071	2,190±0,062	2,236±0,109	2,116±0,063	2,152±0,065	2,176±0,095	2,391±0,138	2,250±0,073	2,192±0,115	0,2632
	CV (%)	5,87	7,32	6,95	11,9	7,33	7,41	10,6	14,1	7,98	12,8	
	M	2,062±0,072	2,197±0,081	2,031±0,056	2,218±0,080	2,129±0,125	2,084±0,047	1,943±0,017	2,039±0,088	2,175±0,101	2,267±0,059	0,1562
	CV (%)	8,54	9,08	6,76	8,87	14,3	5,51	2,15	10,6	11,4	6,40	
	P	0,4215	0,1444	0,1800	0,8801	0,9081	0,5653	0,0511	0,0036	0,5255	0,5255	
RC (%)	F	0,549±0,017	0,537±0,030	0,548±0,031	0,552±0,039	0,516±0,019	0,565±0,009	0,560±0,019	0,572±0,040	0,574±0,029	0,561±0,021	0,8833
	CV (%)	7,59	13,5	13,7	17,4	8,87	3,79	8,33	17,2	12,4	9,23	
	M	0,571±0,017	0,543±0,020	0,582±0,029	0,606±0,038	0,592±0,026	0,534±0,016	0,551±0,010	0,594±0,012	0,595±0,034	0,601±0,029	0,3890
	CV (%)	7,37	8,85	12,2	15,5	10,6	7,18	4,63	5,14	14,1	11,8	
	P	0,5527	0,8803	0,3648	0,1400	0,0416	0,3982	0,8129	0,5479	0,5741	0,2811	

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

## 4.4 Qualidade de carne

### 4.4.1 TBARS

O teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) é amplamente utilizado para medida da rancidez oxidativa em tecido vegetais e animais, bem como gorduras e óleos. O teste de TBA quantifica o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos da decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poli-insaturados, formado durante o processo oxidativo. De acordo com a tabela 20, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos utilizados para ambos os sexos, ou seja, a inclusão ou não de qualquer nível de farelo de arroz integral, independente de seu tratamento não influencia a formação de compostos oxidativos em peitos de frango.

Souza et al., (2006), testando vitamina E como antioxidante na dieta de frangos de corte, não observaram diferenças significativas para os valores de TBARS em peito de frangos.

### 4.4.2 Força de cisalhamento

Segundo Contreras Castillo (2001) os fatores que determinarão a textura da carne são a miofibrila e os tecidos conjuntivos, por isso, quando ocorrem desequilíbrios de dieta ou mudanças bioquímicas, as aves irão apresentar alterações na maciez da carne. Aves que recebem dietas com compostos oxidados podem apresentar resultados de maciez alterados. Entretanto, conforme apresentado na tabela 20, os resultados obtidos para força de cisalhamento demonstram que não houve diferença significativa entre os sexos e nem quando cada um destes foi avaliado isoladamente. Os resultados apontam que tratar o FAI com antioxidantes, com ou sem calor ou ainda não trata-lo não é significativamente diferente dos resultados obtidos em relação ao tratamento controle.

### 4.4.3 Perda de água por cocção

De acordo com os resultados apresentados na tabela 20, as análises isoladas de fêmeas não demonstraram diferença significativa entre os tratamentos. Quando

se avaliam somente os machos, observam-se diferenças entre os tratamentos. Os tratamentos 8, 9, 10 apresentaram pior desempenho para reter água, sendo estes estatisticamente diferentes dos demais e iguais entre si. Quando os sexos são comparados, observa-se diferença estatística somente entre os tratamentos 8 e 9.

Esta diferença segundo Asghar et al., (1989) se deve ao fato de que os animais consumiram farelo oxidado que por sua vez pode alterar a estrutura da membrana celular tornando-a mais suscetível. Sendo assim, quando o peito foi submetido ao cozimento, possivelmente as células presentes na carne apresentaram maior dificuldade de manter a água em seu interior, perdendo mais ao ambiente e reduzindo a qualidade do produto.

Tabela 20. Médias, erros-padrão, coeficiente de variação e níveis descritivos de probabilidade do teste F da análise de variância, por tratamento e sexo das variáveis: TBARS, perda de água por cocção e força de cisalhamento de peitos de frangos de corte alimentados com a inclusão de farelo de arroz tratado com antioxidantes na presença e ausência de tratamento térmico. Perda de água por cocção (PAC), força de cisalhamento (FC), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

Variável	Sexo	Tratamentos										P (tratamento)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
PC (%)	F	29,9± 0,59	28,3± 0,44	29,1± 0,73	28,8± 0,23	29,1± 0,44	28,7± 0,42	29,2± 0,40	27,7± 0,44	29,3± 0,68	29,9± 0,71	0,3015
	CV (%)	4,80	3,79	6,11	1,94	3,72	3,59	3,32	3,92	5,67	5,85	
	M	28,4± 0,46 c	29,8± 0,75 abc	30,0± 0,69 abc	29,3± 0,70 c	29,7± 0,50 bc	29,8± 0,53 abc	29,4± 0,90 bc	31,0± 0,97 ab	31,5± 0,32 a	31,1± 1,14 ab	0,0174
	CV (%)	3,96	6,20	5,68	5,82	4,16	4,34	7,52	7,63	2,51	8,99	
	P	0,0981	0,1009	0,3713	0,5845	0,5181	0,2199	0,8119	0,0004	0,0190	0,1755	
FC (Kgf)	F	1,763±0,162	1,569±0,096	1,745±0,064	1,823±0,165	1,878±0,050	1,754±0,124	1,718±0,059	1,785±0,165	1,602±0,064	1,723±0,087	0,5909
	CV (%)	22,5	15,0	9,04	22,2	6,55	17,4	8,45	22,6	9,77	12,3	
	M	1,557±0,105	1,639±0,132	1,593±0,092	1,540±0,045	1,742±0,110	1,583±0,039	1,561±0,072	1,552±0,071	1,629±0,068	1,731±0,131	0,8646
	CV (%)	16,5	19,7	14,1	7,22	15,4	6,08	11,3	11,2	10,2	18,6	
	P	0,1588	0,6315	0,2972	0,0552	0,3499	0,2433	0,2843	0,1122	0,8505	0,9590	
TBARS (mg MDA/kg)	F	0,298±0,028	0,310±0,050	0,333±0,071	0,353±0,057	0,321±0,069	0,311±0,029	0,339±0,097	0,210±0,039	0,337±0,090	0,267±0,048	0,9477
	CV (%)	22,6	39,5	52,5	39,7	52,6	22,6	70,2	45,8	65,6	44,5	
	M	0,391±0,094	0,386±0,085	0,236±0,043	0,446±0,099	0,404±0,137	0,441±0,125	0,556±0,128	0,334±0,072	0,480±0,161	0,317±0,076	0,1874
	CV (%)	58,8	54,1	40,3	54,4	83,1	69,5	56,3	52,6	82,4	58,7	
	P	0,4564	0,5463	0,5565	0,4598	0,5078	0,3020	0,0851	0,3217	0,2553	0,6908	

<sup>abc</sup>Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste *t-Student* ( $p \leq 0,05$ ).

## **5. Conclusões**

Pode-se concluir que o farelo de arroz integral a níveis de inclusão de 20% piora o desempenho e também o rendimento de frangos de corte, sugerindo-se a utilização de inclusões inferiores. Também se pode afirmar que tratar o farelo termicamente mostra-se eficaz no auxílio ao combate do processo deteriorativo do alimento, prolongando sua vida útil e tornando segura sua utilização.

## 6. Referências Bibliográficas

- ABOOSADI, M. A.; SACIFE, J. R.; MURRAY, I.; BEDFORD, M. Effect of supplementation of cell wall degradation enzymes on the growth and performance of broiler chickens fed diets containing rice bran. *British Poultry Science*, Edinburgh, v. 37, n. S42, Sept. 1996. Abstract.
- ADAMS, C. A. *Nutricines: food components in the health and nutrition*. Nottingham: Nottingham University Press, 1999. Cap. 2, p. 11-32: Oxidation and antioxidants.
- AIZONO, Y.; FUNATSU, M.; HAYASHI, K.; INAMASU, M.; YAMAGUCHI, M. 1971. Biochemical studies of Rice bran lipase. Part II. Chemical properties. *Agricultural Biological Chemistry*. 35 (12):1973-1979.
- ASGHAR, A.; LIN, C.F.; GRAR J.I.; BUCKLEY, D. J.; BOOREN, A.M.R.; CRACKEL, L.; FLEGAL, C. J. Influence of oxidized dietary oil and antioxidant supplementation on membrane-bound lipid stability in broiler meat. *British Poultry Science*, v. 30, p.815–823, 1989.
- BARBER, S.; BENEDITO DE BARBER, C. (1980). Rice bran: chemistry and technology. In *Rice: Production and Utilization*. B. S. Luh (Ed). AVI. Publ. Co., Inc. Westport. CT: 790-862.
- BARNES, P.; GALLIARD, T. Rancidity in cereal products. *Lipid Technology*. 3:23-28. 1991.
- BELLAVER, C; NONES, K. A. Importância da granulometria da mistura e da peletização da ração avícola. *Anais do 4º Simpósio Goiano de Avicultura*. Goiânia; 2000. Goiânia, 2000; p.57-8.
- BERSCH, S.; KRATZER, F. H.; VOHRA, P. Necessity of heat processing for improving nutritional value of rice bran for chickens. *Nutr. Rep. Int.*, Los Altos, v. 40, n. 4, p. 827-830, 1989.
- BONATO, E. L. ZANELLA, I., SANTOS, R. et al. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte, *Ciência Rural*, v.34, n.2, p.511- 516, mar-abr, 2004.
- BRUM JR., B.S.; ZANELLA, I.; TOLEDO, G.S.P. et al. Dieta para frangos de corte contendo quirera de arroz. *Ciência Rural*, v.37, n.5, p.1423-1429, 2007.
- CHAE, B. J.; LEE, K. H.; LEE, S. K. Effect of Feeding Rancid Rice Bran on Growth Performance and Chicken Meat Quality in Broiler Chicks. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences* (Impact Factor: 0.56). 02/2002; 15(2). DOI: 10.5713/ajas.2002.266.
- CANCHERINI, L. C.; DUARTE, K. F.; JUNQUEIRA, O. M.; FILARDI, R. S.; LAURENTIZ, A. C.; ARAUJO, L. F. 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.

CANTOR, A. Enzimas usadas na Europa, Estados Unidos e Ásia. Possibilidades para uso no Brasil. In: RONDA LATINOAMERICANA DE BIOTECNOLOGIA, 1995, Curitiba. Anais... Curitiba: 1995. p.31-42.

CARRION, J.G.; LÓPEZ, J. O farelo de arroz integral em substituição ao milho na alimentação de frangos de corte. Desempenho e produtividade animal. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.18, n.4, p.320-326, 1989.

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.

CARVALHO, J.L.V.de; VIEIRA, N.R. de A. A cultura do arroz no Brasil: Usos alternativos. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p.605-621. 1999.

COMPÊNDIO BRASILEIRO DE ALIMENTAÇÃO ANIMAL. São Paulo: Sindirações/Anfal. Campinas CBNA/SDR/MA. 2009. 371p

CONTE, A.J. Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementado com fitase e xilanase. 2000, 164f. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras.

CONTRERAS CASTILLO, C. J. Rigor Mortis e maturação na carne de frango. Avicultura Industrial, Itu, n. 1086, p. 38, 2001.

DANIELSKI, L.; ZETZL, C.; HENSE, H.; BRUNNER, G. A process line for the production of raffinated rice oil from rice bran. Journal of Supercritical Fluids.v.34, p. 133–141, 2005.

DAVIES, R.H.; WRAY, C. Persistence of Salmonella enteritidis in poultry units and poultry food. British Poultry Science, v.37, p.589-96, 1996.

DZIEZAK, J. D. 1986. Antioxidants. The ultimate answer to oxidation. Food Tech. 40:94-102.

DOMENE, S.M.A. Estudo do valor nutritivo mineral do farelo de arroz. Utilização do zinco, ferro, cobre e cálcio pelo rato em crescimento. 1996, 104f. Tese (Doutorado). Universidade de Campinas.

DORSA, R. Tecnologia de Óleos Vegetais. 1º edição. Westafflia Separator do Brasil Ltda. Campinas, 2004.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves>. Acesso em 24 out. 2014.

ENOCHIAN, R.V.; SAUNDERS, R.M.; SCHULTZ, W.G.; BEAGLE, E.C.; CROWLEY, P.R. 1980. Stabilization of Rice bran with extrusion cooker sander cover of edible oil: a

preliminary analysis of operation and financial feasibility. Marketing Research Report 1120. ARS. USDA. Western Regional Research Center, Albany, C.A.

FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. Cadeia produtiva do arroz na Região Centro-Oeste. Brasília: Embrapa Produção de Informações, 1999. 110p.

FIALHO, B.F.; LOPEZ, J.; BELLAVER, C. Influência de níveis de farelo de arroz integral e manganês no desempenho e nas características de ossos de frango de corte. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.22, n.5, p.830-838, 1993.

FIREMAN, A. K. A escolha de aditivos para a alimentação animal na indústria de aves e suínos. In: Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos. p.207-247. São Paulo: Fundação Cargill, v. 1, 413p., 2010.

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

GALLINGER, C.I.; SUÁREZ, D.M.; IRAZUSTA, A. Effects of rice bran inclusion on performance and bone mineralization in broiler chicks. Journal of Applied Poultry Research, v.13, p.183-190, 2004. DOI: 10.1093/japr/13.2.183.

GRANGEIRO, M.G.A.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; ESPÍNDOLA, G.B.; SOUZA, F.M. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, p.766-773, 2001.

GOMES, T. R.; CARVALHO, L. E.; FREITAS, E. R.; NEPOMUCENO, R. C.; ELLERY, E. A. C.; MOREIRSA, R. H. R. Farelo de arroz integral em rações para leitões de 43 a 67 dias de idade. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v.13, n.2, p. 189-196, abr./jun. 2012. DOI: 10.5216/cab.v13i2.13528.

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

HUSSEIN, A.S.; KRATZER, F.H. Effect of rancidity on the feeding value of rice bran for chickens. Poultry Science, v.61, n.11, p.2450-2455, 1982.

JULIANO, B.O. Rice in human nutrition. Rome: FAO, 1993. Capturado em 01 dez. 2014. Online. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acessado em: 23/11/2014

JULIANO, B.O.; BECHTEL, D.B. The rice grain and its gross composition. In: JULIANO, B.O. (Ed.). Rice: chemistry and technology. Minnesota, USA: American Association of Cereal Chemists, 1985. Cap.2, p.17-57.

KARKOW, A. K. Farelo de arroz desengordurado e desfitinizado na alimentação de frangos de corte. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, RS, Brasil. 2011.

LEMOS, I. T. P.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A. D.; RABER, M. R.; ROSA, A.P. ; MAGON, L.; SANTOS, R. Utilização do farelo de arroz integral em níveis crescentes na dieta para poedeiras na fase de produção. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004, Campo Grande, MS. Anais... Campo Grande, MS, 2004. CD-ROM (NNR 084).

LIMA, G.J.M.M., MARTINS, R.R., ZANOTTO, D.L.; BRUM, P.A.R. DE. 2000. Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz. EMBRAPA-CNPQA. Concórdia, SC. Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 244. 2 pp.

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. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.56, n.2, p.214-221, 2004.

LÓPEZ, J. et al. Farelo desengordurado de arroz na alimentação de pintos. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa , v.7, n.1, p.43-52, 1978.

LU, S; LUH, B.S. 1991. Properties of the rice caryopsis. In Rice Production. 2<sup>nd</sup>. Ed., vol.1. Luh, B.S. (ed). AVI Publishing Co., Westport, CT. p. 389-419.

LUCHESE, J.B. E JUSTINO, E. 2003. Matérias-primas alternativas na alimentação de frangos de corte e matrizes. Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. Anais. Campinas: FACTA. pp. 137-167.

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

MAIER, J. C.; NUNES, J. K.; PEIXOTO, R. R. Antioxidantes. In: Nutrição e alimentação animal. p.185. 3<sup>ª</sup>Ed. 254p. 2010.

MALEKIAN, F; RAO, R.M.; PRINYAWIWATKUL, W.; MARSHALL, W.E.; WINDHAUSER, M.; AHMEDNA, M. Lipase and Lipoxygenase Activity, Functionality and nutrient losses in rice Bran during Storage, LSU Ag Center Research and Extension, Bul. N. 870, January, 2000, 68 p.

NRC – National Research Council, Nutrient requirements of poultry, Washington: National Academy Press, 9th revised ed., 1994.

ORTHOEFER, F. T. Rice bran oil: Healthy lipid source. Food Technology, v. 50, n.12, p. 62-64, 1996.

PEREIRA, J. A. Cultura do arroz no Brasil: subsídios para a sua história. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 226p.

PESTANA VB, ZAMBIAZI RC, MENDONÇA CRB, BRUSCATTO MH, RAMIS-RAMOS G. Influencia del procesado industrial sobre las características químico-

físicas y contenido em lípidos y antioxidantes del salvado de arroz. *Grasas Aceites* 2009;60:184-9.

PRABHAKAR, J. C.; VENKATESH, K. V. L. A simple chemical method for stabilization of rice bran. 1986.

POKORNY, J. (1987] Major factors affecting the autoxidation of lipids. In: *Autoxidation of Unsaturated Lipids* (Chan, H. W.-S., Ed.), pp. 141-206, Academic, London.

POMERANZ, Y.; ORY, R.L. 1982. Rice processing and utilization, *CRC Handbook of Processing and Utilization in Agriculture*, Vol. II (I.A. Wolff, ed.), CRC Press, West Palm Beach, FL.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes utilizados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. *Química Nova*, v. 29, n. 4, p. 755-760, 2006.

RAMONET, Y., MEUNIER-SALAÜN, M.C. AND DOUMAND, J.Y. 1999. High fiber diets in pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J Anim Sci*, 77: 591-599.

REGINA, R. Principais ingredientes da nutrição animal. In: *Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos*. p.13-83. São Paulo: Fundação Cargill, v. 1, 413p., 2010.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Tabelas Brasileiras*. Viçosa: Universitárias, 2000. 142p.

ROSTAGNO, H.S. et al. *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. Tabelas Brasileiras 2.ed.* Viçosa: UFV, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SANTOS, R. Efeito da diminuição dos níveis de cálcio e fósforo em dietas com farelo de arroz integral e enzimas sobre o desempenho de frangos de corte. In: *CONFERÊNCIA APINCO, 2001*, Campinas, SP. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Suplemento 3, p.31, 2001.

SAS INSTITUTE INC. *System for Microsoft Windows*, Release 9.2, Cary, NC, USA, 2002-2008. (cd-rom).

SAUNDERS, R.M. 1985. Rice bran: composition and potential food source. *Food Review International*. 1(3):465-495.

SAUNDERS, R.M. The properties of rice bran as a foodstuff. *Cereal Foods World*, St. Paul, v.35, n.7, p.632-636, 1990.

SAYRE, R. N.; EARL, L.; KRATZER, F. H.; SAUNDERS, R. M. Nutritional qualities of stabilized and raw rice bran for chicks. *Poultry Science*, Champaign, v. 66, n. 3, p. 493-499, 1987.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; RODRIGUES, P. B.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, H. O. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. *Ciênc. agrotec.*, Lavras. V.27, n.6, p.1380-1387, nov./dez., 2003.

SCOTT, M. L.; NESHEIN, M. C.; YOUNG, R. J. *Nutrition of chicken*. 3. Ed. Ithaca: M. L. SCOTT & Associates, 1982. 562p.

SHANTHA, N. C. AND E. A. DECKER (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. *Journal of AOAC Int.*, 77:421-424.

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.

SOUZA, P. A.; SOUZA, H. B. A.; PELICANO, E. R. L.; PELICANO, E. R. L.; GARDINI, C. H. C.; OBA, A.; LIMA, T. M. A. Efeito da suplementação de vitamina E no desempenho e na qualidade da carne de frangos de corte. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, Lisboa, v. 101, p. 87-94, 2006.

STORCK, C. R. Variação na composição química em grãos de arroz submetidos a diferentes beneficiamentos. 108f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria. Curso de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos, Santa Maria, 2004.

TAKANO, K. Mechanism of lipid hydrolysis in rice bran. *Cereal Foods*. 1993.

VIEIRA, A.R.; RABELLO, C. B; MOHAUPT, M.C. 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*, Maringá, v.29, n.3, p.267- 275, 2007.

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

VIEIRA, N. R. A.; OLIVEIRA, M. A. S. A história do arroz. EMBRAPA. Site: [http://www.agroplan-consultoria.com.br/historia\\_arroz/](http://www.agroplan-consultoria.com.br/historia_arroz/). Acessado em: 05/11/2014.

TEICHMANN, H.F., LÓPEZ, J., LÓPEZ, S.E. 1998. Efeito da fitase na biodisponibilidade do fósforo em dietas com farelo de arroz integral para frangos de corte. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 27(2):338-344.

UBA. Relatório anual. União Brasileira de Avicultura. 2013.

WALTER, Melissa; MARCHEZAN, Enio; AVILA, Luis A. de. Arroz: composição e características nutricionais. *Ciência Rural*, v.38, n.4, p.1184-1192, Santa Maria, 2008.

WARREN, B. E., AND D. J. FARRELL. The nutritive value of full fat and defatted Australian rice bran. I. Chemical composition. *Anim. Feed Sci. Technol.* 27:219-228. 1990.

WYATT, C.L.; MORAN, E.; BERDORD, M.R. Utilizing feed enzymes to enhance the nutritional value of corn based broilers diets. In: *POULTRY SCIENCE ASSOCIATION ANNUAL MEETING*, 86., 1997, Louisville. *Proceedings...* Louisville: Poultry Science Association, 1997. 154p.