



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**IVAN BEZERRA QUEVEDO FILHO**

**FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE  
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

**FORTALEZA**

**2012**

**IVAN BEZERRA QUEVEDO FILHO**

**FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE  
CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

Dissertação submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

**FORTALEZA**

**2012**

**IVAN BEZERRA QUEVEDO FILHO**

**FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO  
DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) NAS FASES DE  
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

Dissertação submetida à Coordenação do  
Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da  
Universidade Federal do Ceará, como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
Mestre em Zootecnia.

**Aprovada em: 30/07/2012**

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)**  
**Universidade Federal do Ceará – UFC**

---

**Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Conselheiro)**  
**Universidade Federal do Ceará – UFC**

---

**Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)**  
**Universidade Federal do Ceará – UFC**

---

**Dr<sup>a</sup>. Nilce Maria Soares (Conselheira)**  
**Instituto Biológico – CAPTAA Bastos (SP)**

*À minha avó Maria José Félix Higino (In memorian), pela indiscutível falta que faz em minha vida e saudades sem fim.*

*À minha mãe Airlides Félix Higino, pelo exemplo de coragem, amor e dedicação à família.*

*Ao meu pai Ivan Bezerra Quevedo Filho (In memorian), por seu exemplo de força e altivez até o fim.*

*Aos meus irmãos, primo, tios e tias, pelo companheirismo e palavras profetizadas nos momentos de desânimos.*

*Aos meus amigos e diversas pessoas que contribuíram nessa caminhada.*

**DEDICO**

*Ao Prof. Ednardo Rodrigues Freitas, pela orientação nessa etapa de vida e seus ensinamentos profissionais.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo apoio, segurança, sabedoria e conclusão desta nova etapa alcançada na minha vida.

À minha mãe, pelo amor e por estar sempre comigo em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas pela orientação e exemplo de competência e profissionalismo.

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará – UFC, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Zootecnia.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) pela realização das análises químicas.

Aos alunos do Doutorado Carlos Eduardo e Nádia Bráz pelo apoio e orientação nos momentos da execução dos trabalhos.

Ao funcionário Olavo Bastos da Fábrica de Ração, sempre disposto a ajudar quando havia necessidade de fazer ração. Muito obrigado pela sua presença sempre agradável e descontraída.

Aos meus amigos do aviário Alexsandro Nunes, Thales Marcel, Danilo Fernandes, Diego Henrique, Deborah Hervillem, Jéssica Brito, Geovana Aguiar, Thaís Tavares, Etho Robério, pela ajuda durante toda realização do experimento. Muito obrigado!

Aos amigos do curso de Pós-Graduação, Anna Beatriz, Rebeca Magda, Paulo César, Weverton Pacheco, Rildson Melo, Elaine Santiago, Iana Sérvulo, Regina Patrícia e Nadja, que muitas vezes compartilhamos momentos alegres e momentos difíceis.

Aos professores do Curso de Pós-Graduação da UFC, pelos ensinamentos e amizade conquistada nesse período do mestrado.

A todos que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

Três frases fazem parte da minha vida, pois me ajudaram a acreditar, crescer e vencer os obstáculos:

- 1) TEMPO É QUESTÃO DE PRIORIDADE
- 2) NO FINAL TUDO DÁ CERTO
- 3) DEIXA A VIDA ME LEVAR...

**META,**  
A GENTE BUSCA.  
**CAMINHO,**  
A GENTE ACHA.  
**DESAFIO,**  
A GENTE ENFRENTA.  
**DESEJO,**  
A GENTE MATA.  
**VIDA,**  
A GENTE INVENTA.  
**E O SONHO,**  
A GENTE REALIZA.

(autor desconhecido)

## **FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix coturnix japonica*) NAS FASES DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO**

**RESUMO** – Objetivou-se avaliar a inclusão de farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) nas rações de codornas japonesas nas fases de crescimento e produção. No primeiro experimento, foram utilizadas 324 codornas japonesas com sete dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, seis repetições de nove aves. Os tratamentos consistiram em seis rações isonutrientes, sendo uma ração controle, sem FIAP e as demais contendo 5, 10, 15, 20 e 25% de FIAP. As rações foram oferecidas à vontade no período de 7 a 42 dias e ao final da fase de crescimento as aves foram transferidas para o galpão de produção sendo alimentadas com a mesma ração de postura por 63 dias. Na fase de crescimento, a inclusão de FIAP acima de 5% promoveu redução linear na digestibilidade da matéria seca e da energia bruta da ração e, a partir de 14,27%, na digestibilidade do nitrogênio, havendo, no entanto, aumento linear na metabolização de energia. O consumo de ração, ganho de peso e peso final reduziram sem alterar a conversão alimentar e a composição corporal. Na fase de produção, a adição de FIAP na ração de crescimento aumentou a idade para produção do primeiro ovo, sem influenciar ( $p < 0,05$ ) a idade para atingir 50% de produção, percentagem de postura, consumo de ração, peso e massa de ovos e conversão alimentar. Embora tenha ocorrido redução de alguns parâmetros quando se aumentou o FIAP acima de 5%, não houve piora no desempenho das aves alimentadas com os diferentes níveis do FIAP em relação aos do grupo controle. Além disso, o uso de até 25% de FIAP proporcionou a melhor viabilidade econômica. No segundo experimento, um total de 448 codornas com 17 semanas de idade foram pesadas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e oito repetições de oito aves. Foram testadas uma dieta controle (sem FIAP) e seis dietas contendo 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de FIAP. Os crescentes níveis de FIAP não influenciaram o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, o aproveitamento da energia das rações, o consumo, produção, peso e massa de ovos e os índices de viabilidade econômica. Quanto à qualidade dos ovos, observou-se redução linear na percentagem de casca, gravidade específica e cor da gema, com o aumento da inclusão de FIAP, enquanto o percentual de gema, de albúmen e unidades Haugh não foram

influenciados significativamente. Considerando que o aproveitamento dos nutrientes da ração e o desempenho das aves alimentadas com até 30% de inclusão do FIAP não foi significativamente inferior ao obtido para o grupo controle, enquanto que as características de qualidade de casca, apesar de diferirem significativamente dos resultados obtidos com a ração controle, encontram – se dentro dos valores médios descritos na literatura. Assim, pode-se recomendar a inclusão do farelo integral de arroz parboilizado em rações para codornas japonesas em níveis de até 25% na fase de crescimento e 30% na fase de produção.

**Palavras Chaves:** características dos ovos, codornas japonesas, desempenho, farelo de arroz, nutrição

**PARBOILED RICE WHOLE BRAN FEEDING JAPANESE QUAILS (*Coturnix coturnix japonica*) STAGES OF GROWTH AND PRODUCTION**

**ABSTRACT** – This study aimed to evaluate the inclusion of parboiled rice bran (PRWB) in diets of Japanese quail in the growing and production. In the first experiment, we used 324 Japanese quails with seven days of age, distributed in a completely randomized design with six treatments and six replications of nine birds. Treatments consisted of six diets isonutritives, being a control diet without PRWB and the other containing 5, 10, 15, 20 and 25% of PRWB. The diets were offered ad libitum within 7 to 42 days and at the end of the growth phase the birds were transferred to the production hall being fed the same ration posture for 63 days. In the growth phase, the inclusion of PRWB above 5% linearly reduced digestibility of dry matter and gross energy of the feed, and from 14.27% in nitrogen digestibility, having, however, a linear increase in metabolizing energy. Feed intake, weight gain and final weight reduced without changing the feed conversion and body composition. During production, the addition of PRWB in the diet increased the growth of age at first egg production without influence ( $p < 0.05$ ) age to reach 50% yield, laying percentage, feed intake, weight and egg mass and feed conversion. Although there was some reduction of parameters when the PRWB increased above 5%, there was no deterioration in performance of birds fed different levels of PRWB in relation to the control group. Furthermore, the use of up to 25% PRWB provided the best economic feasibility. In the second experiment, a total of 448 quails at 17 weeks of age were randomly allotted in a completely randomized design with seven treatments and eight replicates of eight birds. We tested a control diet (without PRWB) and six diets containing 5, 10, 15, 20, 25 and 30% PRWB. Rising levels of PRWB not influence the digestibility of nutrients, harnessing the energy of the diets, consumption, production, weight, and egg mass indices and economic feasibility. As for the quality of the eggs, we observed a linear decrease in the percentage of egg specific gravity and yolk color, with increasing inclusion of PRWB, while the percentage of yolk, albumen and Haugh units were not affected significantly. Whereas the utilization of nutrients in the ration and the performance of birds fed 30% inclusion of PRWB was not significantly lower than that obtained for the control group, while the quality of the shell, although they differ significantly from the results obtained with control diet are - within the average values reported. Thus, we can recommend the

inclusion of parboiled rice bran in diets for Japanese quail at levels up to 25% in the growth phase and 30% in the production phase.

**Keywords:** characteristics of eggs, Japanese quails, nutrition, performance, rice bran

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Resultados de pesquisa para valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio do farelo de soja.....	24
<b>Tabela 2.</b> Composição das rações experimentais para a fase de crescimento (7 a 42 dias) e produção.....	47
<b>Tabela 3.</b> Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas japonesas contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado.....	51
<b>Tabela 4.</b> Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado no período de 7 a 21 dias de idade.....	53
<b>Tabela 5.</b> Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado no período de 7 a 42 dias de idade.....	54
<b>Tabela 6.</b> Efeito dos diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado sobre a composição química corporal de codornas japonesas na fase de crescimento (7 a 42 dias de idade).....	55
<b>Tabela 7.</b> Efeito da inclusão de farelo integral de arroz parboilizado em rações de codornas japonesas sobre a idade ao primeiro ovo e ao atingir 50% de produção.....	56
<b>Tabela 8.</b> Efeito dos diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado na ração de crescimento de codornas japonesas sobre o desempenho e qualidade dos ovos na fase de postura.....	58
<b>Tabela 9.</b> Avaliação econômica da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado nas rações de codornas japonesas.....	59
<b>Tabela 10.</b> Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais.....	70
<b>Tabela 11.</b> Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas japonesas contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado.....	73
<b>Tabela 12.</b> Desempenho de codornas japonesas em postura alimentadas com diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado.....	74
<b>Tabela 13.</b> Componentes e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado.....	77

<b>Tabela 14.</b> Avaliação econômica da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado nas rações de codornas japonesas.....	79
--	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estrutura do grão de arroz.....	27
<b>Figura 2.</b> Fluxograma das principais etapas do beneficiamento do arroz.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CA	Conversão Alimentar
CAPTAA	Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio Avícola
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CDEB	Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta
CDMS	Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca
CDN	Coeficiente de Digestibilidade do Nitrogênio
CR	Custo da Ração
Cte <sub>i</sub>	Custo do Tratamento <i>i</i> considerado
CV	Coeficiente de Variação
DZ	Departamento de Zootecnia
EB	Energia Bruta
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente Corrigida para Nitrogênio
FIAP	Farelo Integral de Arroz Parboilizado
g	Gramas
G <sub>i</sub>	Ganho de peso do <i>i</i> -ésimo tratamento
h	Horas
IC	Índice de Custo
IEE	Índice de Eficiência Econômica
Kcal	Quilocalorias
Kg	Quilograma
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
Mce	Menor custo médio da ração, por quilograma de peso vivo ganho, observado entre tratamentos
mg	Miligramas
min	Minutos
mm	Milímetro
MM	Matéria Minerada
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio

NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
Pi	Preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento
PNA	Polissacarídeos Não Amiláceos
Qi	Quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento
UFC	Universidade Federal do Ceará
UI	Unidade Internacional
W	Watts
Yi	Custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	07
<b>ABSTRACT.....</b>	09
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	11
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	13
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	14
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	17
<b>2 CAPÍTULO I – REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	19
2.1 Classificação, histórico e características da codorna japonesa.....	20
2.2 Características e qualidade dos ovos de codorna japonesas.....	22
2.3 Alimentação de codornas.....	23
2.4 Uso de alimentos alternativos na alimentação de codornas.....	25
2.5 Considerações gerais sobre a cultura do arroz.....	26
2.6 Subprodutos do arroz.....	27
2.7 Valor nutritivo do farelo integral de arroz.....	29
2.8 Utilização do farelo integral de arroz na alimentação de aves.....	32
2.9 Referências Bibliográficas.....	34
<b>3 CAPÍTULO II – FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONEZAS (<i>Coturnix coturnix japônica</i>) EM CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA FASE DE PRODUÇÃO.....</b>	42
Resumo.....	43
Abstract.....	44
3.1 Introdução.....	45
3.2 Material e Métodos.....	46
3.3 Resultados e Discussão.....	50
3.4 Conclusões.....	61
3.5 Referências Bibliográficas.....	62
<b>4 CAPÍTULO III – FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS(<i>Coturnix coturnix japônica</i>) NA FASE DE PRODUÇÃO.....</b>	64
Resumo.....	65
Abstract.....	66
4.1 Introdução.....	67
4.2 Material e Métodos.....	68
4.3 Resultados e Discussão.....	72
4.4 Conclusões.....	81
4.5 Referências Bibliográficas.....	82

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o farelo de soja tem se constituído na principal fonte de proteína e aminoácidos e o milho o principal alimento energético na alimentação de aves, sendo que, algumas vezes, para atingir os níveis energéticos pretendidos, há a necessidade da inclusão de óleo vegetal ou gordura animal. Porém, devido aos constantes aumentos de preço dessas matérias primas, há uma preocupação em se buscar alimentos alternativos que propiciem às aves um bom desempenho e permitam redução nos custos de produção. Esta preocupação é maior no Nordeste, devido à baixa capacidade da produção de grãos.

Além desta necessidade e em virtude do aumento das agroindústrias locais, com um conseqüente incremento da produção de resíduos, surgiu o interesse de se estudar a utilização de subprodutos regionais, potenciais alimentos alternativos do milho e do farelo de soja na alimentação animal.

Em geral, os subprodutos são ingredientes de baixo custo e podem ser facilmente encontrados em certas áreas, em determinadas épocas do ano. Ainda que as indústrias não disponham no momento de um grande volume de produção que possa atender às grandes empresas avícolas, os pequenos e médios criadores poderão se beneficiar do uso destes subprodutos.

As variações entre os solos e climas em que são cultivadas as plantas são os principais fatores que influenciam na variação da composição dos alimentos de origem vegetal e, algumas vezes as diferenças no processamento (Freitas et al., 2006). Essas variações tornam-se um problema quando formulam - se rações, em função da necessidade de se conhecer os alimentos na sua composição, valor nutricional e energético, bem como as suas limitações nutricionais.

Para diminuir estes problemas, algumas pesquisas têm sido realizadas para atualizar os valores nutricionais de alimentos comumente usados na composição de rações para aves e, também conhecer o valor nutritivo de novos alimentos. Esses trabalhos, também, mostraram que os nutrientes dos diversos alimentos não são igualmente utilizados por todos os tipos de aves, levando aos frequentes estudos de determinação dos valores de energia metabolizável, digestibilidade de aminoácidos e níveis de inclusão para a obtenção de dados que possibilitam atender as exigências nutricionais de modo mais eficiente e econômico.

No Ceará, alguns subprodutos da agroindústria como o farelo e os quebrados de arroz resultantes do beneficiamento do arroz para o consumo humano, apresentam composição química que os potencializam como ingredientes para as rações de aves. O uso desse subproduto na alimentação de frangos de corte e poedeiras tem sido estudado com resultados variáveis para o melhor nível de inclusão. Entretanto, as informações de sua utilização na composição das rações para codornas são escassas.

Nesse contexto, a presente pesquisa tem por objetivos avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis do farelo integral de arroz parboilizado na alimentação de codornas japonesas nas fases de crescimento e postura.

**CAPÍTULO I**  
**REVISÃO DE LITERATURA**

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Classificação, histórico e características da codorna japonesa

As codornas pertencentes à ordem das Galináceas, família Phasianidae e gênero *Coturnix*, possuem altos índices de produtividade, rápido crescimento, pequeno porte, facilmente manipuláveis, ciclo reprodutivo curto, com postura regular. Todas essas características fazem da codorna um animal muito utilizado como modelo para as aves domésticas em pesquisas laboratoriais (Oliveira, 2002).

Os primeiros dados históricos sobre a procedência da codorna selvagem européia, classificada como *Coturnix coturnix coturnix*, datam do século XII. No entanto, tudo indica que esta ave foi introduzida no Japão no século XI, a partir da China, via Coréia. A criação de codornas com a finalidade de produzir ovos e carne iniciou-se em 1910, com os japoneses e chineses, que, através de diversos cruzamentos entre espécies selvagens obtiveram a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*). Os excelentes resultados obtidos foram logo difundidos no Oriente, chegando nos EUA em 1950, e em pouco tempo as codornas se expandiram pelos países europeus. Porém, durante a 2ª Guerra (1941 – 1945), ocorreu um verdadeiro declínio na exploração, provocando seu desaparecimento na Europa, onde só não foram completamente extintas graças a um pequeno grupo de aves que conseguiram sobreviver no Japão. No Brasil, a codorna doméstica teria chegado em 1959, onde inicialmente servia exclusivamente para caça no interior do estado de São Paulo, sendo que somente a partir de 1971 iniciou-se a criação para fins comerciais (Murakami e Ariki, 1998).

A produção de codornas (*Coturnix japonica*) vem aumentando de maneira considerável, desde sua implantação com atividade avícola econômica, em virtude do consumo em larga escala de carne e ovos por vários países do mundo, principalmente na China, Japão, Brasil, França e Espanha (Minvielle, 2004). As codornas também são muito utilizadas como modelos para a experimentação animal e pesquisas, em diversas áreas, tais como desenvolvimento embrionário (Creuzet et al., 2004), comportamento animal (Mignon – Grasteau et al., 2003), fisiologia (Balthazart et al., 2003), genética (Odeh et al., 2003) e biomedicina (Lin et al., 2002).

Segundo o IBGE (2011), o efetivo de codornas teve crescimento de 13,1% em 2010 (13,0 milhões) relativamente a 2009 (11,5 milhões). O estado de São Paulo alojava aproximadamente 49,0% do efetivo de codornas, com crescimento acima de 24,0 pontos percentuais de 2009 para 2010. Os municípios com os maiores efetivos de codornas eram Bastos (SP), com 2,1 milhões de aves, Iacri (SP), com 1,7 milhão, e Santa Maria de Jetibá (ES), com 1,2 milhão. Já a produção de ovos de codorna (232,4 milhões de dúzias) teve aumento significativo (20,8%) em 2010 em relação ao ano anterior. Os municípios de Bastos (SP), Iacri (SP) e Santa Maria de Jetibá (ES) foram os que mais produziram ovos de codorna em 2010: 46,6 mil, 38,0 mil e 19,1 mil, respectivamente.

A criação de codorna tem encontrado barreiras que por vezes inviabilizam a exploração econômica. Uma dessas barreiras é a falta de material genético que permita aumento potencial da produção. A prática corrente tem sido a reprodução do material genético disponível que, pela deficiência de controle e falta de esquema de seleção adequado, sofre problemas de depressão pela consanguinidade, resultando em depressão de postura, queda de fertilidade e aumento de mortalidade (Marques, 2009).

As codornas japonesas são caracterizadas pela coloração castanha e comportamento agitado, apresentando constantes vôos e deslocamento nas instalações e uma excelente produção de ovos, enquanto as codornas européias são maiores que as codornas japonesas, apesar de fenotipicamente serem semelhantes, possuem coloração marrom mais viva, têm temperamento nitidamente mais calmo, peso e tamanho dos ovos maiores (Resende et al., 2004).

As codornas japonesas apresentam peso sempre acima de 100 gramas (115 – 180g), tendo um desenvolvimento muito rápido, atingindo o dobro do seu peso inicial (7,5 – 9,0g) em apenas quatro dias; aos oito dias triplica seu peso e aos 28 dias apresenta 10 vezes o seu peso inicial, sendo as fêmeas em postura 10 – 20% mais pesadas que os machos. A postura se inicia geralmente aos 40 – 42 dias (Murakami e Ariki, 1998).

Outra particularidade importante segundo Shim e Vohra (1984), é que o tempo de passagem da digesta através do intestino das codornas é muito rápido, sendo de 60 a 90 minutos, o que confirma sua diferenciação fisiológica comparada aos frangos de corte, que apresentam em média uma taxa de passagem da digesta de 2 a 3 horas (Furlan e Macari, 2002).

## 2.2 Características e qualidade dos ovos de codornas

Os ovos de codornas apresentam tanto a constituição, quanto a composição nutricional semelhantes ao ovo da galinha (Singh e Panda, 1987). Segundo Murakami e Ariki (1998), a grande diferença na composição entre os ovos das duas espécies é o fato do ovo de codorna apresentar vitamina C, que inexistente na galinha. Quanto à constituição do ovo, as membranas dos ovos de codornas correspondem a 13% do peso da casca e, no ovo de galinha, 5% (Perez e Perez, 1981).

O peso médio de um ovo de codorna é 10,30g e corresponde aproximadamente, a 8% do peso vivo da ave, muito superior aos 3,5% do ovo de galinha. Isso indica grande exigência na mobilização dos nutrientes para a síntese do ovo. O teor protéico e energético da ração é um dos grandes fatores nutricionais que influenciam o peso dos ovos (Murakami et al., 1993; Shrivastav et al., 1994 e Piccinin, 2002). A constituição básica de um ovo de codorna, de acordo com Garcia (2001), é de 31% de gema, 59,77% de albúmen e 8,62% de casca. O ovo de codorna é uma fonte alimentar abundante em nutrientes essenciais, sendo constituído de 74,6% de água, 13,1% de proteína, 1,15 de minerais e 11,2% de lipídeos (Panda e Singh, 1990).

Existem vários métodos para determinar a qualidade do ovo, como por exemplo, a medida da altura da clara, a altura da gema, o diâmetro da clara, espessura da casca, gravidade específica e vários outros (Wesley e Stadelman, 1959). Para qualidade da casca, o método de imersão em solução salina, para obtenção da gravidade específica (Moreng e Avens, 1990), o método de pesagem dos ovos no ar e na água (Freitas et al., 2004) e a mensuração da espessura da casca (Nordstrom e Ousterhout, 1982) são os mais utilizados. Para estimar a qualidade interna do ovo, com bases quantitativas, relacionadas ao albúmen utiliza-se: altura da clara (Wilgus e Wagenen, 1936); índice do albúmen (Heiman e Carver, 1936); índice da área do albúmen (Parsons e Mink, 1937); percentagem da clara espessa e fina (Holts e Almqvist, 1932); composição proximal dos constituintes do ovo (Pinto, 2002) e a unidade Haugh (Haugh, 1937).

O parâmetro mais utilizado para expressar a qualidade do albúmen é a unidade Haugh. A unidade Haugh é uma expressão matemática que correlaciona o peso do ovo com a altura da clara espessa (albúmen). De modo geral, quanto maior o valor da unidade Haugh, melhor a qualidade do ovo (Rodrigues, 1975). O uso da unidade

Haugh tem sido geralmente aceito como uma medida de qualidade do albúmen em diversas pesquisas sobre qualidade de ovos (Alleoni e Antunes, 2001) e é considerada uma medida padrão de qualidade e usada, praticamente, por toda a indústria avícola (Williams, 1992).

### **2.3 Alimentação de codornas**

Entre os elementos que compõem o custo de produção na criação de animais a alimentação representa a maior proporção entre os demais itens, geralmente a taxa atribuída a esse componente do custo é referência de 70 a 80% dos custos totais. Quando a criação é realizada em sistemas intensivos de exploração e, em especial na criação de monogástricos, o custo de produção pode tornar-se ainda mais relevante (Cunha, 2009).

Para Furlan et al. (1998), a alimentação corresponde a aproximadamente 75% dos custos de produção na criação de codornas e, recomendam a utilização de alimentos alternativos como forma de reduzir os custos. O uso de alimentos alternativos visa à redução dos custos na criação de aves em épocas do ano, ou em regiões onde exista a dificuldade de aquisição de alguns insumos comumente utilizados na alimentação animal (Cunha et al., 2006).

Mas, se por um lado os alimentos como o milho e o farelo de soja contribuem para elevar os preços das dietas, por outro, proporcionam melhores resultados quando utilizados, visto o conhecimento existente sobre as composições destes alimentos e os efeitos decorrentes de sua utilização sobre o desempenho zootécnico das aves.

Neste sentido Murakami e Furlan (2002) alertam para os riscos da extrapolação de resultados obtidos utilizando alimentos alternativos na alimentação de frangos de corte e poedeiras, pois, existem diferenças anatômicas e fisiológicas como tamanho de órgão e hábitos alimentares entre outros, que podem promover respostas diferentes daquelas obtidas com frangos e poedeiras.

Os valores de energia metabolizável de alimentos fibrosos, como farelo de trigo e feno de alfafa, testados com codornas são superiores aos valores encontrados com galinhas, no entanto, o milho e a banha apresentam valores similares para galinhas e codornas (Murakami, 1998).

Apesar das diferenças estruturais entre o aparelho digestivo das codornas, galinhas e frangos, Silva et al. (2003) não encontraram diferenças no desempenho de codornas em postura alimentadas com rações formuladas com a EMAn do milho e do farelo de soja determinada com galos. Para codornas em crescimento e em postura, na ausência de informações da energia do milho e do farelo de soja determinadas com codornas, os valores obtidos com galos poderiam ser usados para compor rações para codornas (Silva et al., 2007).

Na Tabela 1 são apresentados alguns resultados de pesquisas sobre os valores de EMA e EMAn do farelo de soja utilizando codornas em diferentes idades e sexo, além dos valores publicados por Rostagno et al. (2005) para a soja 48% e os resultados obtidos com galos.

**Tabela 1.** Resultados de pesquisa para valores de energia metabolizável aparente e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio do farelo de soja

	1	2	3	4	5	6	7	8	DP <sup>3</sup>
EMA <sup>1</sup> (kcal/kg MS)	2.633	2.718	2.974	3.149	2.248	2.294	-	-	359,16
EMAn <sup>2</sup> (kcal/kg MS)	2.651	2.456	3.095	3.231	2.046	2.249	2.256	2.645	467,74

<sup>1</sup>EMA = Energia Metabolizável Aparente; <sup>2</sup>EMAn = Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o Balanço de Nitrogênio; <sup>3</sup>DP – desvio padrão. 1- Oliveira et al. (2007); 2 - Silva et al. (2003); 3 - Gomes et al. (2007); 4 - Gomes et al. (2007); 5 - Santos et al. (2006); 6 - Santos et al. (2006); 7 – Rostagno et al. (2005); 8 -Rostagno et al. (2005) Galos.

Os valores dispostos na Tabela 1 possibilitam verificar uma diferença de 901 kcal/kg entre o maior e menor índice de energia apresentados, com desvio padrão de 359,16 kcal/kg para a média dos índices dispostos na tabela. Estes resultados indicam a necessidade de intensificar os trabalhos com avaliação de alimentos.

Da mesma forma, Silva et al. (2003) comparam os resultados de EMA e EMAn do farelo de trigo obtidos com codornas japonesas no período de 22 a 27 dias (1.624 e 1.593 kcal/kg) aos resultados apresentados por Murakami e Furlan (2002) com codornas aos 65 dias de idade (2.400 e 2.400 kcal/kg) a diferença entre os resultados apresentado é de 776 e 905 kcal/kg para EMA e EMAn, respectivamente. Esta tendência ocorre também com outros alimentos. Os resultados encontrados para o sorgo por Furlan et al. (1999) e Gomes et al. (2007) diferem 751 e 896 kcal/kg para a EMA e EMAn, respectivamente.

Nascimento et al. (2005) ressaltam a contribuição das pesquisas, a fim de determinar as melhores opções de utilização de alimentos alternativos energéticos e protéicos, os quais devem propiciar um bom desempenho produtivo e reprodutivo das aves, reduzindo o custo de alimentação e resultando, conseqüentemente, em maior lucratividade ao produtor.

## **2.4 Uso de alimentos alternativos na alimentação de codornas**

A busca por alimentos alternativos tem sido uma constante nas rações de frango de corte e poedeiras, no entanto para codornas ainda são poucos os estudos nessa área.

Leandro et al. (1999) trabalhando com codornas de postura de 10 semanas de idade observaram que a substituição do milho por milheto nas rações de codorna em postura pode ser total desde que seja adicionado um pigmento às rações. Já Franquinello et al. (2004), que trabalharam com sorgo contendo alto teor de tanino (1,44%), em substituição ao milho em níveis de 20, 40, 60, 80 e 100% para codornas de postura com 50 semanas de idade, concluíram que o sorgo com alto tanino pode substituir o milho em até 80%, desde que seja adicionado um pigmentante nas rações.

Avaliando o farelo de algaroba como um substituto do milho para codornas em postura, Oliveira et al. (2001) concluíram que até 15% desse farelo pode ser usado em substituição ao milho, sem que ocorra prejuízo no desempenho das codornas. Silva et al., (2002) avaliando níveis crescentes da farinha integral de vagem de algaroba na alimentação de codornas japonesas, verificaram que sua inclusão em até 15% em rações isoenergéticas e isoprotéicas não afeta o desempenho das aves.

Borges (2005), trabalhando com a inclusão do farelo de castanha de caju em níveis de 4, 8, 12, 16, 18 e 20% para codornas de postura com 17 semanas de idade, concluíram que o mesmo pode ser utilizado em níveis de até 16%.

Com o objetivo de determinar o valor energético da aveia, da cevada, do resíduo do processamento de mandioca e da semente de linhaça (inteira e moída) para codornas japonesas, Sakamoto et al., (2006), observaram que o coeficiente de metabolização dos ingredientes acima citados não diferiram entre si. Foram superiores aos obtidos para o resíduo de mandioca, provavelmente em razão do maior tempo de trânsito da ração pelo trato digestivo das codornas, decorrente do menor teor de fibra

bruta deste ingrediente. Estes autores concluíram que os alimentos avaliados no experimento, à exceção do resíduo do processamento da mandioca, são passíveis de utilização em substituição ao milho em dietas para codornas.

Enke et al. (2008) relataram a utilização de 7% do farelo de arroz desengordurado na composição de rações para codornas japonesas alimentadas com silagem de pescado sem prejuízo no desempenho.

## **2.5 Considerações gerais sobre a cultura do arroz**

O arroz é um dos alimentos mais antigos produzidos pelo homem. Desde 3000 a.C. já se mencionava a cerimônia de semeadura do arroz na China, onde, durante, a dinastia de Zhou (século XI), o grão se tornou um tributo e estava na mesa de imperadores e nobres (Zhai et al., 2001).

Botanicamente o arroz (constituído por sete espécies, *Oryza barthii*, *Oryza glaberrima*, *Oryza latifolia*, *Oryza longistaminata*, *Oryza punctata*, *Oryza rufipogon* e *Oryza sativa*) é uma planta da família das gramíneas, classificada no grupo de plantas C-3, adaptada ao ambiente aquático. O cultivo do arroz é destinado essencialmente ao consumo humano, onde mais da metade da população humana do mundo se alimenta deste cereal. No Brasil este cereal é responsável por 12% das proteínas e 18% das calorias da dieta básica da população, independente da camada social (CEPEA, 2011). Logo, o arroz é a terceira maior cultura cerealífera do mundo, sendo ultrapassado apenas pelo milho e trigo (León e Rosell, 2007).

Segundo o IBGE (2012), a produção esperada de arroz para o presente ano é de 11,4 milhões de toneladas, ou seja, 14,9% inferior à registrada em 2011 (13,4 milhões de ton.). Essa avaliação praticamente mantém o quadro previsto no terceiro prognóstico, realizado em dezembro de 2011, que era de uma produção de 11,9 milhões de toneladas. A diminuição se deve notadamente ao Rio Grande do Sul, principal produtor, com 64,4% de participação na produção nacional, que nessa avaliação registrou um decréscimo de 17,6% na produção esperada e 10,1% na área plantada em relação a 2011. Do total produzido no Brasil, o Rio Grande do Sul participou com 64,4% da produção, seguido de Santa Catarina, Mato Grosso, Maranhão, Tocantins e Pará, que juntos participaram com cerca de 26% da produção nacional nesse período.

Dentre os 27 estados brasileiros o Ceará ocupou o 14º lugar no ranking de produção com 94,1 toneladas de arroz em casca (CONAB, 2012).

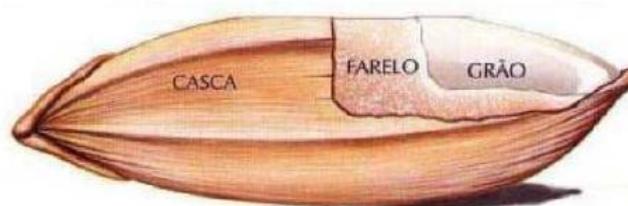
A produção de arroz no estado do Ceará é proveniente de áreas irrigadas do perímetro de Morada Nova e de terras baixas principalmente dos municípios de Iguatu e Várzea Alegre. Dentre os principais municípios produtores de arroz no Ceará destacam-se: Iguatu, Várzea Alegre, Limoeiro do Norte, Quixelô, Lavras da Mangabeira, Icó, Jaguaruana, Aurora, Morada Nova e Caririaçu (IBGE, 2011).

## 2.6 Subprodutos do arroz

O grão de arroz é constituído da cariopse (fruto com uma semente presa ao pericarpo em toda a extensão) e de uma camada protetora, a casca, que é formada por duas folhas modificadas, a pálea e a lema, corresponde a cerca de 20% do peso do grão. A cariopse é formada por diferentes camadas, sendo as mais externas o pericarpo, tegumento e camada de aleurona, que representam 5-8% da massa do arroz integral. O embrião ou gérmen está localizado no lado ventral na base do grão, é rico em proteínas e lipídios, e representa 2-3% do arroz integral. O endosperma forma a maior parte do grão (89-94% do arroz integral) e consiste de células ricas em grânulos de amido e com alguns corpos protéicos (Juliano e Bechtel, 1985).

No processo de beneficiamento do arroz a operação da descascagem, como o próprio nome diz, separa a casca da cariopse, obtendo-se o arroz integral. O grão descascado e integral é polido para remoção do farelo (pericarpo, tegumento, camada de aleurona e gérmen), que representa 8,5 a 14,8% do arroz integral (Juliano e Bechtel, 1985), obtendo-se o arroz branco polido.

A Figura 1 ilustra a estrutura do grão de arroz mostrando as porções que representam a casca, o farelo e o grão.



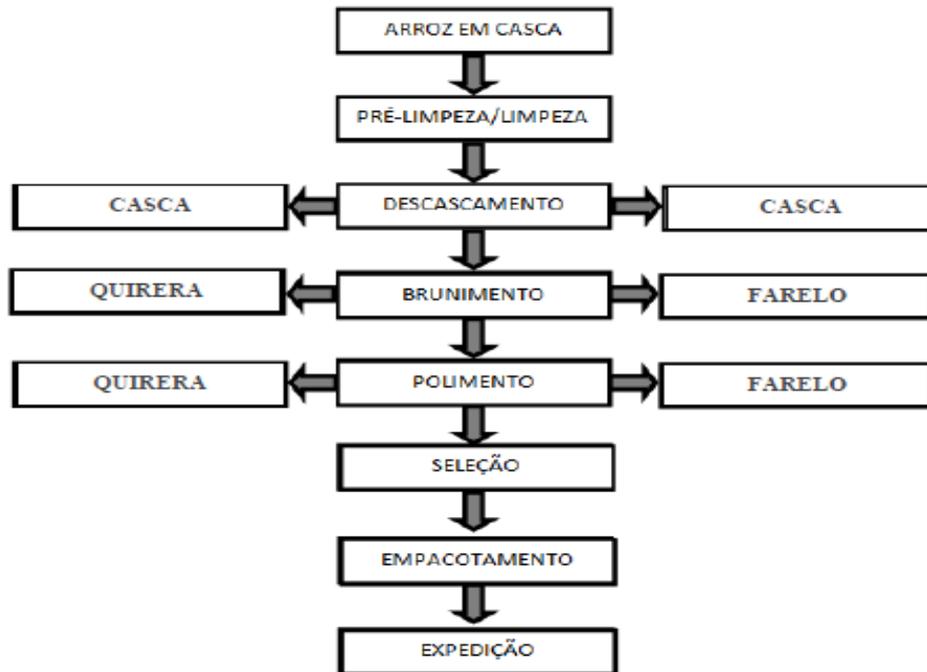
**Figura 1.** Estrutura do grão de arroz (Nepomuceno, 2010).

A quirera de arroz, outro subproduto do seu beneficiamento, é obtida na peneiragem, em peneira de furos circulares de 1,6 milímetros de diâmetro, após a retirada da casca do grão (Brasil, 1988 e Conci et al., 1996). A quirera pode ser encontrada em graus variados de limpeza, apresentando como contaminantes a casca do arroz, sementes de capim arroz (*Equinocloa spp*) e angiquinho (*Aeschynomene spp*), podendo corresponder a 6,3% do volume total colhido no campo (Fialho et al., 2005).

De acordo com Torres (1979), o farelo integral de arroz é um ingrediente utilizável nas rações animais, desde que seja consumido rapidamente após sua produção ou sofra adição de antioxidantes, pois as gorduras insaturadas presentes nos farelo sem conservantes são rapidamente oxidadas, formando peróxidos e radicais livres que são muito reativos. A rancidez, além de comprometer a palatabilidade dos alimentos, pode ser tóxica ou destruir algumas vitaminas, principalmente as lipossolúveis. Quanto ao teor energético, o farelo integral de arroz possui aproximadamente 10% menos energia metabolizável para aves que o milho, necessitando de outros ingredientes mais ricos em energia na composição da ração para a manutenção de níveis adequados. No que se refere ao valor protéico, seu teor é maior que o do milho e seu perfil de aminoácidos é melhor para as aves. Porém, existem alguns inconvenientes na utilização desses farelos, como, por exemplo, a deficiência em pigmentantes, a grande presença de fósforos na forma fítica (85%) e os elevados teores de fibra bruta e de polissacarídeos não amiláceos (PNA), que interferem na digestibilidade dos nutrientes e no aproveitamento de energia.

Ao final de todas as etapas do processo de beneficiamento do arroz, cerca de 25% do volume beneficiado é constituído de subprodutos (casca, farelos, óleos, quireras).

No fluxograma abaixo (figura 2) são mostradas as principais etapas do processamento de beneficiamento do arroz e os principais subprodutos.



**Figura 2.** Fluxograma das principais etapas do beneficiamento do arroz (Nepomuceno, 2010).

Analisando o processo pela Figura 2, tem-se o início com o recebimento de arroz (geralmente em casca) e este passa por um processo de peneiramento, para tirar as impurezas e sujeiras provenientes das lavouras. Após a limpeza, o arroz é secado e armazenado, para então seguir para o processo produtivo, onde passa novamente por uma peneira, para depois ser descascado e polido. Depois do polimento, o arroz passa novamente por uma peneira para separação de grãos inteiros, quebrados e demais subprodutos como arroz vermelho, quirera (grão quebrado em aproximadamente 1/4) e quirerinha (quebrado muito pequeno). O processo então segue com a seleção eletrônica para retirar possíveis impurezas e termina com o empacotamento.

## 2.7 Valor nutritivo do farelo integral de arroz

O farelo integral de arroz é o subproduto do polimento do arroz descascado e que não sofre extração de óleo, representando de 8% a 11% do peso total do grão, sendo constituído da camada intermediária entre a casca e o endosperma, formado pelo pericarpo, testa, aleurona, estando presentes gérmen, fragmentos de arroz (quirera fina)

e pequenas quantidades de casca, apresentando aspecto farináceo, fibroso e suave ao tato (Luchesi e Justino, 2003).

Diferente do beneficiamento tradicional, no processo de parboilização, o grão de arroz é submetido a calor sob pressão antes de ser descascado e polido, resultando em mudanças físicas e químicas no grão polido e do farelo (Dors et al. 2009). Segundo Islam et al. (2010), diferente do farelo integral de arroz comum, o farelo integral de arroz parboilizado não contém saponina, piridina, hemaglutinina, tanino e ácidos graxos livres, mas ainda contém fitatos que podem reduzir disponibilidade do cálcio e do fósforo e, também, alguns polissacárideos não-amiláceos (celulose, xilose, arabinose e ácido galacturônico) que não são digeridos pelas aves e o efeito anti-nutricional destas substâncias pode resultar em redução na utilização dos nutrientes da ração e perdas no desempenho.

O farelo integral de arroz apresenta bons níveis de nutrientes (EMBRAPA, 1991). No entanto, apresenta composição química variável em função do tipo de processamento, devido a não padronização do método de polimento do arroz integral. De acordo com Torin (1991), o farelo integral de arroz pode variar quanto ao teor de amido de 10 a 20%, em função do grau de polimento do arroz e do tipo de máquina utilizada no polimento, sendo o amido e o teor de lipídeos presentes, as principais fontes de energia do farelo integral de arroz. Os teores de proteína, fibra bruta e de extrato etéreo são superiores ao do milho, observando elevado teor de aminoácidos sulfurosos e tendo a lisina e a treonina como aminoácidos mais limitantes (Conte, 2000).

Domene (1996) destacou que devido ao elevado teor de óleo, este alimento pode substituir o milho como fonte de energia e com vantagem por apresentar nível de proteína bruta de 10 a 15% que é superior a do milho. Ali et al. (1998), ao analisarem o farelo integral de arroz de diferentes variedades, encontraram um teor de óleo variando de 16,72 a 21,40%.

As gorduras são grandes fornecedoras de energia prontamente disponível e de ácidos graxos essenciais. Por conterem mais energia que os carboidratos, são utilizadas nas rações para aumentar a densidade energética. Sua adição nas rações promove um efeito benéfico no desempenho dos animais, muitas vezes apresentando um valor biológico superior ao esperado (Junqueira et al. 2005).

Esse benefício ou efeito extra calórico geralmente reflete em melhoria na taxa de crescimento, na utilização dos nutrientes da ração e no seu conteúdo de energia metabolizável (Sakomura et al., 2004).

O farelo de integral de arroz destaca-se ainda por ser rico em vitaminas do complexo B e minerais como o fósforo e manganês, além de níveis de cobre, ferro e zinco superiores ao do milho (Conte, 2000).

O conteúdo de gordura é rico em ácidos graxos insaturados, facilmente peroxidáveis (rancificáveis) como o ácido palmítico, linoléico e oléico. A peroxidação da gordura pode reduzir o valor nutricional do alimento, além de causar problemas gastrointestinais nos animais. Assim, o uso de antioxidantes nas rações contendo o farelo de arroz pode ser uma alternativa para evitar a peroxidação (Zardo e Lima, 1999).

O farelo integral de arroz apresenta um elevado nível de fibra bruta (8 a 20%), que varia de acordo com a quantidade de casca incorporada ao farelo de arroz, sendo esta constituída basicamente por celulose e sílica (Vianna, 1988).

Os elevados níveis de fibra do farelo integral de arroz estão relacionados diretamente com sua baixa energia digestível (Kennelly e Aherne, 1980), fazendo com que o uso do farelo integral de arroz deva ser limitado, sob risco de penalizar a energia final de uma ração ou de requerer mais óleo para suplementar à energia, o que poderá elevar os custos finais da ração.

O farelo de arroz apresenta em média 25% de polissacarídeos não amiláceos totais com predominância dos arabinosilanos que são responsáveis por sensível redução na sua energia metabolizável (Adrizal e Sell, 1996).

Este farelo também apresenta, de acordo com Lemos e Soares (1999), o fator antitripsina, que prejudica a digestão protéica dos alimentos, influenciando na digestibilidade dos nutrientes podendo reduzir o desempenho dos animais monogástricos.

Cerca de 85 a 90% do fósforo encontrado no farelo de arroz, está na forma de ácido fítico, de modo que esse alimento possui baixa disponibilidade de fósforo, aproximadamente, 18% é de minerais que podem estar complexados com o fitato (Costa, 2001). O maior problema associado à alimentação com rações contendo altos níveis de ácido fítico é a sua capacidade de se ligar irreversivelmente a oligoelementos como o zinco e ferro, que pode causar paraqueratose, um sintoma de deficiência de zinco, caracterizada por um tipo de dermatite escamosa.

## 2.8 Utilização do farelo integral de arroz na alimentação de aves

Alguns subprodutos da agroindústria, como o farelo e os quebrados de arroz resultantes do beneficiamento do arroz para o consumo humano, apresentam composição química que os potencializam como ingredientes para as rações de aves.

Segundo Adrizal e Ohtani (2002) foi possível aumentar a inclusão de farelo de arroz na ração de frangos de corte até 30% com a suplementação de sais biliares. Schoulten et al. (2003) relataram que a inclusão de farelo de arroz no nível de 10% não prejudicou o desempenho dos frangos enquanto o nível de 20% prejudicou o desempenho, sendo os efeitos prejudiciais desse nível reduzidos pela inclusão de enzimas xilanases na ração.

Em experimento realizado por Gallinger et al.(2004), os pesquisadores relataram que a inclusão de níveis acima de 10% de farelo de arroz na ração de frangos pode prejudicar a conversão alimentar e a deposição de cinzas na tíbia dos frangos antes do ganho de peso, indicando que essas variáveis são mais sensíveis aos fatores antinutricionais do farelo de arroz. O aumento da inclusão do farelo de arroz na ração, também promove aumento dos órgãos do trato digestório, principalmente, do pâncreas, intestino e cecos.

Em um experimento com frangos de corte na fase inicial de crescimento, Cancherini et al. (2004) avaliaram níveis crescentes de inclusão do farelo integral de arroz (0; 7,5; 15 e 22,5%) em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e concluíram que o farelo de arroz pode ser incluído em até 6,5% sem efeito adverso no desempenho.

Em um experimento com poedeiras, Lemos et al. (2004), avaliando níveis crescentes de inclusão de farelo de arroz (0, 12, 24 e 36%), observaram que o consumo de ração e a conversão alimentar decresceram linearmente com o aumento da inclusão. Estando a diminuição no consumo de ração relacionada à presença de fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz. De acordo com os mesmos autores, para a porcentagem de postura e custo por dúzia de ovos produzidos, ocorreu efeito quadrático para o nível de inclusão de farelo de arroz, concluindo que até o nível de 18,01% o farelo de arroz pode ser utilizado nas rações de poedeiras comerciais sem afetar o desempenho produtivo das aves, constituindo-se em uma alternativa viável e dependente da disponibilidade e do preço de mercado desse ingrediente.

Samli et al. (2006) avaliaram a inclusão de farelo de arroz na alimentação de poedeiras comerciais nos níveis de 0, 5, 10 e 15% e verificaram que o nível de 15% promoveu redução no consumo de ração, produção e massa de ovos. Os pesquisadores afirmaram que o aumento da fração fibrosa da ração foi responsável pelos resultados obtidos e que a adição desse ingrediente na ração de poedeiras deve ser até o nível de 10%.

Ao avaliarem o efeito de diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz (0, 5, 10 e 15%) na dieta de poedeiras, Filardi et al. (2007) não observaram diferença significativa para as variáveis de desempenho.

Para Piyaratne et al. (2009), geralmente o desempenho de frangos de corte alimentados com níveis superiores a 20% de inclusão do farelo de arroz na ração é prejudicado, pois esse alimento contém fatores antinutricionais como fitatos, fibra e substâncias anti-proteolíticas que conhecidamente reduzem o seu valor nutricional e, conseqüentemente, o desempenho das aves alimentadas com elevados níveis desse ingrediente na ração. Segundo os pesquisadores, os efeitos adversos do farelo do arroz reduzem com o avançar da idade das aves, uma vez que o amadurecimento do trato digestório possibilita mudanças anatômicas e fisiológicas que reduzem os efeitos dos fatores antinutricionais.

Oladunjoye e Ojebiyi (2010) avaliando quatro grupos de cinquenta frangos de corte alimentados com duas dietas que continham 10 e 20% de farelo de arroz com ou sem complexo enzimático, concluíram que 10% de farelo de arroz pode ser incluído nas rações para aves, mas pode ser aumentado para 20% quando o aditivo é incluído.

Amoah e Martin (2010) testaram a inclusão de 20% de farelo integral de arroz em rações de postura para codornas japonesas e verificaram a viabilidade da inclusão desse alimento, visto que o consumo de ração, a produção de ovos, o peso e a massa de ovos e a conversão alimentar das aves alimentadas com o farelo de arroz foram semelhantes ao das aves alimentadas com a ração sem a inclusão desse alimento.

Enke et al. (2008) relataram que a utilização de 7% do farelo de arroz desengordurado na composição de rações para codornas alimentadas com silagem de pescado sem prejuízo no desempenho. Nesse contexto, a escassez de informação do uso do farelo integral de arroz na alimentação de codornas e a diferença de processamento na obtenção do farelo integral de arroz parboilizado que pode resultar em características nutricionais diferenciadas justificam a realização da presente pesquisa.

## 2.9 Referências Bibliográficas

ADRIZAL, P.E.P.; OHTANI, S. Deffated rice bran – nonstarch polysaccharides in broiler diets: effect of supplements on nutrient digestibilities. **Journal of Poultry Science**, Tsukuba Norin – danchi, JP, v.39, p.109 – 117, 2002.

AMOAHA, J.K; MARTIN, E.A. Quail (*Coturnix coturnix japonica*) layer diets based on rice bran and total or digestible amino acids. **Journal of Applied Biosciences** 26: 1647 – 1652. 2010. Disponível em: < [www.biosciences.elewa.org](http://www.biosciences.elewa.org)> Acessado em 19 de maio de 2012.

ADRIZAL, P.E.P.; SELL, J.L. Utilization of Defatted Rice Bran by Broiler Chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.75, n.8, p.1012 - 1017. 1996.

ALLEONI, A.C.C.; ANTUNES, A.J. Unidade de Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.681 – 685, 2001.

ALI, M.M. et al. Investigation on rice bran: composition of rice bran and its oil. **Journal of Scientific and Industrial Research**, Bangladesh, v.33, n.2, p.170 - 177, 1998.

BALTHAZART, J.; BAILLIEN, M.; CHARLIER, T.D. et al. The neuroendocrinology of reproductive behavior in Japanese quail. **Domestic Animal Endocrinology**, v.25, p.69 – 82, 2003.

BORGES, B.S. **Inclusão do farelo da amêndoa da castanha de caju na ração de postura para codornas (*Coturnix coturnix japonica*)** Fortaleza: UFC, 2005. 37f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará.

BRASIL. MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Norma de identidade, qualidade, embalagem e apresentação do arroz**. Portaria n° 269, de 17 de novembro de 1988, Brasília.

CANCHERINI, L.C.; JUNQUEIRA, O.M.; DUARTE, K.F. et al. Níveis de farelo de arroz em rações formuladas pelo conceito de proteína ideal para frangos de corte na fase inicial. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.6 (supl.), n.1, p.46, 2004.

CEPEA – **Centro de estudos avançados em economia aplicada**. Disponível em <<http://cepea.esalq.usp.br>>. Acessado em 15 de fevereiro de 2011.

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. 2012. **SAFRAS – GRÃOS**. Disponível em <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acessado em: 01 de junho de 2012.

CONCI, V.A.; MAGALHÃES, R.M.; BENDER, P.E. et al. Avaliação de subprodutos do arroz na alimentação de suínos. A quirera de arroz nas fases de recria e terminação. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. v.1, p.79 - 88, 1996.

- CONTE, A.J. **Valor nutritivo do farelo de arroz integral em rações para frangos de corte, suplementados com fitase e xilase.** 2000. 164f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – UFLA, Lavras, 2000.
- COSTA, P.T. O arroz na alimentação animal. In: Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, Campinas, SP. **Anais...** p.77 - 84, 2001.
- CREUZET, S.; SCHULER, B.; COULY, G. et al. Reciprocal relationships between Fgf8 and neural crest cells in facial and forebrain development. **Proceeding of the National Academy of Science U. S. A.** v.101, p.4843 – 4847, 2004.
- CUNHA, F.S.A. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix Japonica*).** Pernambuco: Recife, 2009. 98f. Tese (doutorado integrado em zootecnia: Área de concentração: Produção de não ruminantes) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba, Universidade Federal do Ceará.
- CUNHA, F.S.A. ; RABELLO, C.B.V ; DUTRA JUNIOR, W.M.; et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 8, p.273 - 279, 2006.
- 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 em Ciências da Nutrição). UNICAMP, Campinas, 1996.
- DORS, G.C; PINTO, R.H; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização composição química do arroz. **Ciência Tecnologia dos Alimentos**, v.29, n1, p. 219-224, 2009.
- EMBRAPA. **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves (3º Ed.)** CNSPA (Documento, 19), Concórdia - SC, Brasil. 1991.
- ENKE, D.B.S.; TABELÃO, V.; ROCHA, C.B. et al. Efeito da Inclusão de Farinha de Silagem de Pescado Adicionada de Farelo de Arroz Desengordurado na Dieta de Codornas Japonesas (*Coturnix Coturnix Japonica*). **Revista Brasileira de Nutrição Animal** v.2, n. 3, p.01 - 14, 2008.
- FIALHO, E.T.; BARBOSA, H.P.; LIMA, J.A.F.; et al. In: **Alimentos Alternativos para Suínos.** 5.ed. Lavras: Editora Universidade Federal de Lavras, v.1, 189p. 2005.
- FILARDI, R.; JUNQUEIRA, O.; LAURENTIZ, A. et al. Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.397 - 405, 2007.
- FRANQUINELLO, P. et al. High tannin sorghum in diets of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.6, n.2, p.81 – 86, 2004.

FREITAS, A.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Níveis de proteína bruta e energia metabolizável na ração para codornas de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1705 - 1710, 2006.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; GONZALEZ, M.M. et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.5, p.509 – 512, 2004.

FURLAN, A.C.; ANDREOTTI, M.O.; MURAKAMI, A.E. et al. Valores energéticos de alguns alimentos determinados com codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1147 - 1150, 1998.

FURLAN, A.C.; MACARI, M. Motilidade Gastrintestinal. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 2002. p.97 – 103.

FURLAN, A.C.; OLIVEIRA, A. de M.; MURAKAMI, A.E. et al. Avaliação de alguns alimentos para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.21, n.3, p.717 - 720, 1999.

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.

GARCIA, E.A., 2001. **Níveis Nutricionais e métodos de muda forçada em codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*)**. Botucatu, SP, UNESP, 111f. Tese (Livro docência) Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia.

GOMES, F.A.; FASSANI, E.J.; RODRIGUES, P.B. et al. Valores energéticos de alguns alimentos utilizados em rações para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.396 - 402, 2007.

HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552 – 555, 1937.

HEIMAN, V.; CARVER, J.S. The albumen index as a physical measurement of observed egg quality. **Poultry Science**, v.15, p.141 – 148, 1936.

HOLTS, W.F.; ALMQUIST, H.J. Measurement of deterioration in the stored hen's egg. **United States Egg Poultry Magazine**, v.38, p.70, 1932.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2011. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 18 fevereiro de 2011.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012. **Previsão e Acompanhamento de Safras**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acessado em: 28 maio de 2012.

ISLAM, M.S.; AFTABUZZAMAN, M.; HOWLIDER, M.A.R. et al. Exogenous phytase for better utilization of parboiled rice polish in broiler diet. **Int. J. BioRes.** 1(5): 01-06 Maio, 2010.

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

JUNQUEIRA, O.M.; ANDREOTTI, M.O.; ARAÚJO, L.F. et al. Valor energético de algumas fontes lipídicas determinado com frangos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2335 -2339, 2005.

KENNELLY, J.J.; AHERNE, F.X. The effect of fiber formulated to contain different levels of energy and protein on digestibility coefficients in swine. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.717 - 726, 1980.

LEANDRO, et al. Milheto (*Pennisetum glaucum (L) R. Br.*) como substituto do milho em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.51, n.3, p.171 – 176, 1999.

LEMOS, M.R.B.; SOARES, L.A. de S. Farelo de arroz: um subproduto em estudo. **Óleos & Grãos**, v.7, n.51, p.40 - 48, 1999.

LEMOS, I.T.P.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A.D. et al. 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).

LEÓN, A.E.; ROSELL, C.M. **De tales harinas, tales panes: granos, harinas y productos de panificación em Iberoamérica**. 1. ed. Córdoba: Hugo Báez Editor, 2007. 473p.

LIN, C.Y.; OH, C.H.; HSIEH, Y.H et al. Adeno – associated virusmediated transfer of human acid maltase gene results in a transient reduction of glycogen accumulation in muscle of Japanese quail with acid maltase deficiency. **Gene Therapy**, v.9, p. 554 – 563, 2002.

LUCHESI, J.B.; JUSTINO, E. Matérias-primas alternativas na alimentação de frangos de corte e matrizes. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, Campinas, SP, **Anais...**, 2003.

MARQUES, D.S. **Polimorfismos no gene do hormônio do crescimento em linhagens de codornas (*Coturnix japonica*) e sua associação com características de desempenho**. 2009, 70f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

MIGNON – GRASTEAU, S.; ROUSSOT, O.; DELABY, C. et al. Factorial correspondence analysis of fear – related behavior traits in Japanese quail. **Behav Processes**, v.61, p.69 – 75, 2003.

- MINVIELLE, F. The future of Japanese quail for research and production. **World's Poultry Science Journal**, v.60, p.500 – 507, 2004.
- MORENG, R.E.; AVENS, J.S. **Ciência e produção de aves**. São Paulo: Roca, 1990, 380p.
- MURAKAMI, A.E. Nutrição e alimentação de codornas em postura. **Anais... SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO ANIMAL E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES**, Campinas, SP, 1998.
- MURAKAMI, A.E.; ARIKI, J. **Produção de codornas japonesas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 79p.
- MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: Núcleo de Estudos em Ciência e Tecnologia Avícolas/UFLA, 2002. 233p
- MURAKAMI, A.E.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. et al. Níveis de proteína e energia em rações para codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.541 – 551, 1993.
- NASCIMENTO, G.A.J. do; COSTA, F.G.P.; AMARANTE JÚNIOR, V. da S. et al. Efeitos da Substituição do Milho pela Raspa de Mandioca na Alimentação de Frangos de Corte, Durante as Fases de Engorda e Final. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.1, p.200 - 207, 2005.
- NEPOMUCENO, R.C. **Inclusão da quirera de arroz em rações de suínos na fase de creche** Fortaleza: UFC, 2010. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará.
- NORDSTROM, J.O., OUSTERHOUT, L.E. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science Journal**, Champaign, v.61, p.1991-1995, 1982.
- ODEH, F.M.; CADD, G.G.; SATTERLEE, D.G. Genetic characterization of stress responsiveness in Japanese quail. 1. Analyses of line effects of combining abilities by diallel crosses. **Poultry Science**, v.82, p.25 – 30, 2003.
- OLADUNJOYE, I.O.; OJEBIYI, O.O. Performance characteristics of broiler chicken (*Gallus gallus*) fed rice (*Oriza sativa*) bran with or without Roxazyme G2G. **International Journal of Animal and Veterinary Advances**. v.2, n.4, p.135 - 140, 2010.
- OLIVEIRA et al. Avaliação do farelo de algaroba (*Prosopis juliflora* (S. W.) D. C) na alimentação de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba – SP, **Anais...** 2001. Disponível em CD – Rom.

OLIVEIRA, E.G. Desempenho produtivo de codornas para corte de ambos os sexos alimentadas com dietas com quatro níveis protéicos. **Archives of Veterinary Science**. Curitiba. v.7, n.2, p.75 – 80, 2002.

OLIVEIRA, N.T.E.; FONSECA, J.B.; SOARES, R.T.N. et al. Determinação da energia metabolizável de diferentes alimentos testados em codornas japonesas fêmeas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.210 - 217, 2007.

PANDA, B.; SINGH, R.P. Developments in processing quail meat an eggs. **World's Poultry Science Journal**. Ithaca, v.46, n.11, p.219 – 234, 1990.

PARSONS, C.H.; MINK, L.D. Correlation of methods for measuring the interior quality of eggs. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.484 - 489, 1937.

PEREZ, F.; PEREZ, M. 1996. Coturnicultura – Tratado de cria y explotación industrial de codornices. Barcelona: Científico-médica, 375p.

PICCININ, A. **Efeito da interação genótipo-ambiente nas características dos ovos de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) e sua curva de produção**. Botucatu: UNESP, 2002. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista.

PINTO, R. **Exigência de metionina mais cistina e de lisina para codornas japonesas nas fases de crescimento e de postura**. Viçosa: UFV, 2002. 104f. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos) – Universidade Federal de Viçosa.

PIYARATNE, M.K.D.K.; ATAPATTU, N.S.B.M.; MENDIS, A.P.S. et al. Effects of balancing Rice bran based diets for up to four amino acids on growth performance of broilers. **Tropical Agricultural Research e Extension**, v.12, n.2, 2009.

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

RODRIGUES, P.C. **Contribuição ao estudo da conservação de ovos de casca branca e vermelha**. Piracicaba, 1975. 57f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 185p.

SAMLI H.E.; SENKOYLU N.; AKYUREK H et al. Using rice bran in laying hen diets. **Journal of Central European Agriculture** 7: (1) 137 - 140. 2006. Disponível em: <[www.agr.hr/jcea/issues/jcea7-1/pdf/jcea71-18.pdf](http://www.agr.hr/jcea/issues/jcea7-1/pdf/jcea71-18.pdf)> Acessado em 19 de maio de 2012.

SANTOS, A.L.; GOMES, A.V.C.; PESSOA, M.F.; et al. Composição química e valores energéticos de fontes protéicas em codornas de corte em diferentes idades. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.930 - 935, 2006.

- SAKAMOTO, M.I.; MURAKAMI, A.E.; SOUZA, L.M.G. et al. Valor energético de alguns alimentos alternativos para codornas japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.818 - 821, 2006.
- SAKOMURA, N.K.; LONGO, F.A.; RABELLO, C.B.V. et al. Efeito do nível de energia metabolizável da dieta no desempenho e metabolismo energético de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.06, p.1758 - 1767, 2004. (Supl.1).
- SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v.27, n.6, p.1380 - 1387, nov./dez., 2003.
- SILVA, E.L.; SILVA, J.H.V.; JORDÃO FILHO, J. et al. Efeito do plano de nutrição sobre o rendimento de carcaça de codornas tipo carne. **Revista Ciência e Agrotecnologia** v.31, n.2, p.514 - 522, 2007.
- SILVA, J.H.V.; OLIVEIRA, J.N.C.; SILVA, E L. et al. Uso da Farinha Integral da Vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora* (S. W.) D. C) na alimentação de Codornas Japonesas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1789 - 1794, 2002.
- SILVA, J.H.V.; SILVA, M.B.; SILVA, E.L. Energia Metabolizável de Ingredientes Determinada com Codornas Japonesas (*Coturnix coturnix japonica*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa. v.32, n.6, (Supl. 2) p.1912 - 1918, 2003.
- SHIM, K.F.; VORHA, P.A. Review of the nutrition of Japanese quail. **World's Poultry Science Journal**, v.40, n.3, p.261- 274, 1984.
- SHRIVASTAV, A.K.; JOHARI, T.S.; RAJU, M.V.L.N. Dietary protein and energy requirements of laying quails reared under different nutrient shedule during starting and growing period. **Indian Journal Animal Science**, v.64, n.2, p.173 – 174, 1994.
- SINGH, R.P.; PANDA, B. Effect of seasons on physical quality and component yields of egg from different lines of quail. **Indian Journal of Animal Science**, v.57, p.50 – 55, 1987.
- TORIN, H.R. **Utilização do farelo de arroz industrial. Composição e valor nutritivo em dietas recuperativas.** 1991. 147f. Dissertação (Mestrado) - UNICAMP, Campinas.
- TORRES, A.D.P. **Alimentos e nutrição de aves domésticas.** 2 ed. São Paulo: Nobel, 1979. 324p.
- VIANNA, A.T. **Os suínos - criação prática e econômica.** (15º ed.) Nobel. São Paulo, 1988. p.384.
- WESLEY, R.L.; STADELMAN, W.J. Measurement of interior egg quality. **Poultry Science**, v.38, p.474 – 481, 1959.
- WILGUS, H.L.; WAGENEN, A.V. The height of the firm albumen as a measure of its condition. **Poultry Science**, v.15, p.319 – 321, 1936.

WILLIAMS, K.C. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. **World's Poultry Science Journal**, v.48, p.5 - 16, 1992.

WOLTS, W.F.; ALQUIMIST, H.J. Measurement of deterioration in the stored hen's egg. **United States Egg Poultry Magazine**, v.38, p. 0, 1932.

ZARDO, A.O.; LIMA, G.J.M.M. Alimentos para suínos. 12., Concórdia: **EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves – CNPSA**, 1999. 69p.

ZHAI, C.K.; LU, C.M.; ZHANG, X.Q. et al. Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. **Journal of Food Composition and Analysis**. v.14. p.371 - 382, 2001.

**CAPÍTULO II**

**FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix  
coturnix japonica*) EM CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS  
NA FASE DE PRODUÇÃO**

### **3 FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS EM CRESCIMENTO E SEUS EFEITOS NA FASE DE POSTURA**

**RESUMO:** A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a inclusão de farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) nas rações para codornas japonesas em crescimento e seus efeitos sobre a utilização dos nutrientes da dieta, o desempenho, a maturidade sexual, composição corporal e as características dos ovos de codornas japonesas. Foram utilizadas 324 codornas japonesas com 7 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições de 9 aves. Os tratamentos consistiram em 6 rações isonutrientes, sendo uma ração controle, sem FIAP e as demais contendo 5, 10, 15, 20 e 25% de FIAP. As rações foram oferecidas à vontade no período de 7 a 42 dias e ao final da fase de crescimento as aves foram transferidas para o galpão de produção, sendo alimentadas com uma mesma ração de postura por 63 dias. Na fase de crescimento, a inclusão de FIAP acima de 5% promoveu redução linear na digestibilidade da matéria seca e energia bruta da ração e, a partir de 14,27%, na digestibilidade do nitrogênio, entretanto, a metabolização da energia aumentou linearmente. Com isso, o consumo de ração, ganho de peso e peso final reduziram sem alterar a conversão alimentar e a composição corporal. Na fase de produção, a adição de FIAP na ração de crescimento aumentou a idade para produção do primeiro ovo, sem influenciar significativamente a idade para atingir 50% de produção, percentagem de postura, consumo de ração, peso e massa de ovos e conversão alimentar. Embora tenha ocorrido redução de alguns parâmetros, quando se aumentou o FIAP acima de 5%, não houve piora significativa dos resultados de desempenho das aves alimentadas com os diferentes níveis do FIAP em relação aos do grupo controle, e o uso de até 25% de FIAP proporcionou a melhor viabilidade econômica. Sendo assim, pode-se recomendar a inclusão do farelo de arroz na ração de crescimento para codornas japonesas em níveis de até 25%.

**Palavras-chave:** codornas japonesas, composição corporal, desempenho, farelo de arroz, maturidade sexual

**PARBOILED RICE WHOLE BRAN FEEDING JAPANESE QUAILS  
(*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*) IN GROWTH AND ITS EFFECTS  
ON STAGE PRODUCTION**

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the inclusion of parboiled rice bran (PRWB) in diets for growing Japanese quail and their effects on the use of dietary nutrients, performance, sexual maturity, body composition and characteristics of eggs Japanese quails. A total of 324 Japanese quail with 7 days of age, distributed in a completely randomized design with 6 treatments and 6 replicates of 9 birds. Treatments consisted of six rations isonutritives, being a control diet without PRWB and the other containing 5, 10, 15, 20 and 25% of PRWB. The diets were offered ad libitum within 7 to 42 days and at the end of the growth phase the birds were transferred to the production hall, being fed the same ration posture for 63 days. In the growth phase, the inclusion of PRWB above 5% linearly reduced digestibility of dry matter and gross energy of the feed, and from 14.27% in nitrogen digestibility, however, energy metabolism increased linearly. Thus, feed intake, weight gain and final weight reduced without changing the feed conversion and body composition. During production, the addition of PRWB growth in feed increased the age to first egg production without significantly influence the age to reach 50% of production, laying percentage, feed intake, weight, and egg mass and feed conversion . Although there was some reduction of parameters when the PRWB increased above 5%, no significant worsening of the performance results of birds fed different levels of PRWB in relation to the control group, and the use of up to 25% of PRWB provided the best economic viability. Thus, we can recommend the inclusion of rice bran in diets for growing Japanese quails at levels up to 25%.

**Keywords:** body composition, Japanese quails, performance, rice bran, sexual maturity

### 3.1 Introdução

No Brasil, o farelo de soja tem se constituído na principal fonte de proteína e aminoácidos e o milho sendo a principal fonte energética na alimentação de aves. Entretanto, devido à baixa capacidade da produção de grãos no Nordeste e as constantes mudanças de preços dessas matérias-primas, há uma preocupação em se buscar alimentos alternativos que propiciem às aves um bom desempenho e permitam reduzir os custos de produção.

Em se tratando de aves destinadas à produção de ovos, espera-se que ao final da fase de crescimento as frangas apresentem peso corporal adequado e maturidade sexual na idade esperada. Para isso, na fase de crescimento, as aves devem receber entre outros fatores, uma alimentação que venha proporcionar condições para bom desenvolvimento corporal, empenamento e formação do aparelho reprodutor.

No Ceará, alguns subprodutos da agroindústria como o farelo e os quebrados de arroz, resultantes do beneficiamento do arroz para o consumo humano, apresentam composição química que os potencializam como ingredientes para as rações de aves.

Dentre os subprodutos, o farelo integral de arroz pelo seu alto teor de óleo se apresenta como uma boa fonte de energia para as aves, podendo ser uma alternativa na substituição de quantidades do milho, uma vez que é produzido em grandes proporções e a preços baixos (Torres, 2003).

Segundo Piyaratne et al. (2009), o farelo de arroz é um ingrediente que pode ser usado na formulação de ração para aves, entretanto, a presença de fatores antinutricionais como o alto teor de fibra, fitatos, lipases e substâncias anti-proteolíticas, que prejudicam a digestibilidade de todos os componentes nutritivos da ração limita o seu uso. Dessa forma, a inclusão do farelo integral de arroz na alimentação de aves tem sido avaliada, quando há alterações no processo de obtenção do ingrediente.

No beneficiamento tradicional o grão de arroz é descascado e polido, porém, no processo de parboilização, o grão de arroz é submetido a calor sob pressão antes de ser descascado e polido. Esse processamento térmico resulta em mudanças físicas e químicas no grão polido e do farelo (Dors et al., 2009).

Além disso, quanto à inclusão do farelo de arroz na ração de aves os relatos da literatura têm apresentado variações nos níveis adequados. Para frangos de corte,

Schoulten et al. (2003) e Gallinger et al. (2004) recomendaram a inclusão de até 10%, entretanto, Piyaratne et al., (2009) observaram que é possível incluir até 20%. Oladunjoye e Ojebiyi (2010) recomendaram a inclusão de até 10% de farelo de arroz sem a utilização de complexos enzimáticos. Observa-se que os relatos sobre o uso do farelo de arroz na alimentação de codornas são escassos, não havendo informações sobre a utilização do farelo integral de arroz parboilizado na alimentação das mesmas.

Diante do exposto, a presente pesquisa teve por objetivo avaliar a inclusão do farelo de arroz integral parboilizado nas rações de codornas japonesas em crescimento e seus efeitos na fase de postura.

### **3.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de 26 de Janeiro a 5 de Maio de 2011, com uma duração de 105 dias.

Foram utilizadas 324 codornas japonesas com 7 dias de idade, com peso médio de 22,45g, alojadas em gaiolas de arame galvanizado (25 cm x 50 cm x 20 cm) contendo um comedouro tipo calha e um bebedouro pressão.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e seis repetições de nove aves cada. Os tratamentos consistiram em seis rações de crescimento isonutrientes, sendo uma ração controle, composta principalmente por milho e farelo de soja e, as demais contendo 5, 10, 15, 20 e 25% de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado.

O período experimental na fase de crescimento teve a duração de cinco semanas (7 a 42 dias de idade). Nessa fase, as aves foram alimentadas à vontade com as rações de cada tratamento, sendo as mesmas calculadas para serem isocalóricas, isocálcicas, isofosfóricas e isoaminoacídicas.

Durante a fase de produção de ovos, todas as aves receberam a mesma ração de postura, também à vontade. Ao final da fase de crescimento (42 dias de idade), as aves remanescentes foram transferidas para o galpão de produção, mantendo-se o delineamento experimental. Nessa fase, as aves de cada parcela foram alojadas em

gaiolas de arame galvanizado (33 cm x 23 cm x 16 cm), contendo comedouros do tipo calha e bebedouros tipo “nipple”.

No cálculo das rações experimentais (Tabela 2) foram formuladas para serem isonutrientes de acordo com as exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (1994) para cada fase. Também foram considerados os valores de composição dos alimentos apresentados nas tabelas brasileiras para aves e suínos (Rostagno *et al.*, 2011), com correção da proporção dos nutrientes em função da matéria seca dos mesmos, determinadas em laboratório, conforme Silva e Queiroz (2002).

**Tabela 2.** Composição das rações experimentais para a fase de crescimento (7 a 42 dias) e produção.

Ingredientes	Níveis de Inclusão do FIAP <sup>1</sup> (%)						Postura
	0	5	10	15	20	25	
Milho	52,10	47,01	41,94	36,85	31,77	26,67	55,60
Farelo de soja (45%)	42,99	42,46	41,93	41,39	40,86	40,33	33,96
Farelo de arroz	0,0	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	0,0
Óleo de soja	1,91	2,56	3,20	3,86	4,51	5,17	2,88
Calcário calcítico	1,20	1,22	1,25	1,27	1,29	1,32	5,16
Fosfato bicálcico	1,59	1,53	1,47	1,42	1,35	1,29	1,59
DL – metionina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Puramix inicial <sup>2</sup> e postura <sup>3</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,50
Sal comum	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44	0,28
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Custo/Kg de ração (R\$)	0,95	0,95	0,95	0,94	0,94	0,93	0,97
Composição nutricional calculada							
Energia Metab. (Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta (%)	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80	20,00
Lisina total (%)	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,10
Metionina+Cistina total (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,77
Metionina total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,45
Treonina total (%)	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,78
Triptofano total (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,25
Cálcio (%)	0,80	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	2,50
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,40
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,15

<sup>1</sup>FIAP = Farelo Integral de Arroz Parboilizado; <sup>2</sup>Composição por kg do produto: ácido fólico - 138 mg; pantotenato de cálcio - 2.700 mg; antioxidante - 500 mg; biotina - 13,8 mg; cobalto - 25 mg; cobre - 2.500 mg; colina - 111.450 mg; ferro - 6.250 mg; iodo - 260 mg; manganês - 13.000 mg; metionina - 300 g; niacina - 6.875 mg; piridoxina - 550 mg; colistina - 1.750 mg; riboflavina - 1.375 mg; selênio - 45 mg; tiamina - 550 mg; vit. A - 2.150.000 UI; vit. B12- 2.750 mcg; vit. D3 - 550.000 UI; vit. E - 2.750 UI; vit. K - 400 mg; zinco - 11.100 mg; silicatos - 20.000 mg; <sup>3</sup>Composição por kg do produto: ácido fólico - 400 mg; pantotenato de cálcio - 3.000 mg; antioxidante - 2.000 mg; biotina - 10 mg; cobre - 2.000 mg; colina - 126.000 mg; ferro - 20.000 mg; iodo - 200 mg; manganês - 18.000 mg; metionina - 217.800 mg; niacina - 7.000 mg; piridoxina - 800 mg; colistina - 1.400 mg; riboflavina - 1.200 mg; selênio - 100 mg; tiamina - 800 mg; vit. A - 2.000.000 UI; vit. B12-1.000 mcg; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 1.000 UI; zinco - 14.000 mg; menadiona - 500 mg; bacitracina de zinco - 10.000 mg.

Durante a fase de crescimento as aves foram submetidas à luz natural e após a transferência para o galpão de postura foram submetidas a um programa de luz que consistiu de um estímulo inicial de 14 horas de luz, com acréscimos semanais de 15 minutos até completar 16 horas (natural e artificial), sendo a iluminação artificial feita com lâmpadas fluorescentes de 40 Watts.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados diariamente às 08:00 horas e 16:00 horas, sendo a temperatura registrada com o auxílio de termômetros de máxima e mínima, e a umidade relativa do ar por meio de um psicrômetro de bulbo seco e bulbo úmido.

Na fase de crescimento, o período experimental teve a duração de 5 semanas (7 a 42 dias de idade) e os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g/g).

No início do experimento, aos 21 e aos 42 dias de idade, a ração fornecida e as sobras foram pesadas para determinar o consumo. Nesses mesmos períodos, também foram realizadas as pesagens das aves de cada parcela para cálculo do ganho de peso médio da parcela. Os dados de ganho peso e consumo foram relacionados para o cálculo da conversão alimentar.

Aos 42 dias de idade, duas aves de cada repetição, foram selecionadas, com base no peso médio da parcela, para a determinação da composição corporal. Após jejum alimentar de 4 horas, as aves foram sacrificadas por deslocamento cervical, colocadas em sacos plásticos identificados e levadas para o freezer (-20°C), onde permaneceram até momento do processamento para obtenção das amostras.

As amostras para análise da composição corporal foram obtidas após a autoclavagem (127°C; 1 atm por 2 horas) e homogeneização em processador doméstico, de cada ave inteira. Após o processamento, as amostras foram levadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, foram trituradas em moinho tipo faca, acondicionadas em frascos e encaminhadas para as determinações dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Para avaliar os efeitos dos níveis de inclusão do FIAP na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes, procedeu-se a coleta total de excretas (Sibbald e Slinger, 1963) em dois períodos, do 14º ao 18º dia e do 35º a 39º dia do período experimental. Antecedendo o início da alimentação da fase experimental, as codornas foram

submetidas a jejum alimentar de duas horas com o objetivo de esvaziar o trato gastrointestinal, e assim, coletar apenas as excretas provenientes da ração consumida durante o ensaio. Esse mesmo procedimento foi realizado para determinar o final do período de coleta.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (08:00 horas e 16:00 horas) e após cada coleta foram encaminhadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca e assim como as rações experimentais, foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados a umidade das excretas (%) e os coeficientes de digestibilidade de MS, N e EB. Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio (EMAn) das nutrientes foram calculados com base nas equações propostas por Matterson et al. (1965).

Na fase de postura, a coleta de dados teve a duração de 63 dias divididos em 3 períodos de 21 dias cada, e as variáveis avaliadas foram: consumo de ração (CR), percentagem de postura, peso do ovo (PO), massa de ovo (MO), gravidade específica (GE) e conversão alimentar (CA).

A avaliação da maturidade sexual foi realizada pela contagem da idade em dias para a postura do primeiro ovo pelas aves de cada repetição e ao atingir 50% de postura.

A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e no final de cada período foi calculada a produção por repetição e a percentagem de postura.

A percentagem de postura foi obtida dividindo – se o número de ovos produzidos no período, pelo número de aves, pelos dias do período total, multiplicado por 100, em cada período.

O peso médio do ovo foi obtido dividindo-se o peso total dos ovos coletados pelo número de ovos postos por repetição, em cada período. A pesagem foi feita uma vez na semana em balança eletrônica com precisão de 0,01g.

A massa de ovo foi calculada multiplicando-se o número de ovos produzidos pelo peso médio do ovo para cada repetição, e a conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovo.

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão do FIAP nas rações, na fase de crescimento, determinou-se o custo da ração (CR) por quilograma de ganho de peso vivo, segundo a equação proposta por Bellaver et al. (1985), sendo  $Y_i = (Q_i \times P_i) / G_i$ , em que  $Y_i$  = custo da ração por quilograma de peso vivo ganho no i-ésimo tratamento;  $P_i$  = preço por quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento e  $G_i$  = ganho de peso do i-ésimo tratamento.

Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho et al. (1992):  $IEE = (M_{Cei} / C_{Tei}) \times 100$  e  $IC = (C_{Tei} / M_{Cei}) \times 100$ , em que  $M_{Cei}$  = menor custo da ração por quilograma ganho, observado entre tratamentos e  $C_{Tei}$  = custo do tratamento i considerado. Os custos das rações foram determinados considerando-se as suas composições e os preços dos ingredientes obtidos em janeiro de 2011, no município de Fortaleza no Estado do Ceará.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS (2000). Os dados foram submetidos à análise de variância segundo um modelo inteiramente casualizado e os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do FIAP, excluindo-se a ração testemunha (nível zero de inclusão), foram desdobrados em polinômios para estabelecer a curva de melhor descrição para o comportamento dos dados e, assim, quando possível, determinar o melhor nível de inclusão do FIAP.

Para comparação dos resultados obtidos com cada um dos níveis de inclusão do FIAP em relação à ração testemunha, foi utilizado o teste de Dunnett (5%).

### **3.3 Resultados e Discussão**

As médias de temperatura ambiente mínima e máxima e umidade relativa no galpão durante o experimento foram, respectivamente, de  $26,22 \pm 1,53^\circ\text{C}$ ;  $30,61 \pm 2,16^\circ\text{C}$  e 78%.

Os coeficientes de digestibilidade determinados a partir dos dados obtidos no ensaio de metabolismo, assim como os valores de EMA e EMAn calculados, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3.** Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas japonesas contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados				
	CDMS <sup>1</sup> (%)	CDN <sup>2</sup> (%)	CDEB <sup>3</sup> (%)	EMA <sup>4</sup> (Kcal/kgMS)	EMAn <sup>5</sup> (Kcal/kgMS)
0	76,52	53,55	78,03	3.326	3.237
5	78,74	56,90	81,41*	3.507*	3.367*
10	79,21	66,94*	81,71*	3.535*	3.439*
15	76,47	60,72*	80,75	3.727*	3.595*
20	77,87	63,19*	79,63	3.763*	3.644*
25	75,10	52,43	79,33	3.809*	3.660*
Média	77,32	58,95	80,14	3.611	3.490
Efeitos – ANOVA <sup>6</sup>			p-valor		
Nível	0,05	0,001	0,001	0,03	0,001
Análise de Regressão			p-valor		
Linear	0,02	0,11	0,02	0,001	0,001
Quadrática	0,56	0,001	0,64	0,134	0,124
CV <sup>7</sup> (%)	3,15	6,41	2,47	1,18	1,23

<sup>1</sup>CDMS = Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca; <sup>2</sup>CDN = Coeficiente de Digestibilidade do Nitrogênio; <sup>3</sup>CDEB = Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta; <sup>4</sup>EMA = Energia Metabolizável Aparente; <sup>5</sup>EMAn = Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o Balanço de Nitrogênio; <sup>6</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>7</sup>CV = Coeficiente de Variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett (p<0,05).

Segundo a análise de regressão, a inclusão de farelo de arroz a partir de 5% promoveu redução linear no CDMS ( $Y = 80,06 - 0,17X$ ,  $R^2 = 0,65$ ), o CDEB ( $Y = 82,44 - 0,12X$ ,  $R^2 = 0,87$ ). Também foi observado efeito quadrático sobre o CDN ( $Y = 47,39 + 2,57X - 0,09X^2$ ,  $R^2 = 0,74$ ), com ponto de máximo com cerca de 14,27% de inclusão do FIAP, enquanto, os valores de EMA ( $Y = 3.419 + 16,64X$ ,  $R^2 = 0,96$ ) e EMAn ( $Y = 3.308 + 15,50X$ ,  $R^2 = 0,95$ ) aumentaram linearmente à medida que se aumentou o FIAP na ração.

Na comparação de médias pelo teste Dunnett (5%), observou-se que houve diferença significativa entre os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP e os obtidos com a dieta controle (0% de FIAP) para o CDN, CDEB, EMA e EMAn. Conforme os resultados, a ração controle apresentou energia metabolizável significativamente menor que a das rações contendo FIAP a partir de 5%, e menor CDN

e CDEB que os obtidos para as rações contendo 10, 15 e 20% e 5 e 10% de FIAP, respectivamente.

As reduções lineares para CDMS e CDEB e o efeito quadrático para CDN, bem como o aumento no valor da energia metabolizável da ração, à medida que se aumentou o nível de inclusão do FIAP, podem ser considerados resultados contraditórios e podem ter ocorrido devido a alguns fatores a serem considerados.

Na literatura tem sido relatado que o aumento da fração fibrosa em polissacarídeos não amiláceos e outros fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz pode promover redução no aproveitamento dos nutrientes da ração quando esse ingrediente é adicionado (Schoulten et al., 2003, Gallinger et al., 2004; Piyaratne et al., 2009). Assim, a redução nos coeficientes de digestibilidade da ração pode ser associada aos efeitos negativos do aumento da proporção de fibra e de fatores antinutricionais à medida que se adicionou FIAP.

Por sua vez, o aumento do valor da energia metabolizável das rações com adição do FIAP, apesar da redução no aproveitamento da energia bruta da ração, pode ser atribuído a alguns fatores que se somaram. Primeiramente, é que pode ter ocorrido aumento da quantidade de energia bruta da ração devido a uma subestimação da energia metabolizável do FIAP, já que fora considerado o valor de energia do farelo integral de arroz apresentado por Rostagno et al. (2011). Esse procedimento fez com que, para deixar as rações isoenergéticas, fosse aumentando o nível de inclusão de óleo de soja nas rações, em função do aumento do nível de FIAP na ração e conseqüentemente, houve aumento na quantidade de gordura disponível para as aves. Além disso, pode ter contribuído para aumentar a disponibilidade de gordura para a digestão, o fato de que no farelo do arroz parboilizado a gordura fica mais exposta devido ao processamento térmico durante o beneficiamento do grão (Dors et al. 2009), aumentando a disponibilidade desta fração para os animais.

Sabe-se que as gorduras são grandes fornecedoras de energia prontamente disponível e, frequentemente, tem sido relatado que sua adição nas rações traz benefícios devido ao efeito extracalórico, que consiste, respectivamente, no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração contribuindo para aumentar a energia metabolizável da ração (Freitas et al., 2006).

Os resultados de desempenho na fase de 7 a 21 dias de idade das codornas alimentadas com os diferentes níveis de inclusão do FIAP nas rações são apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado no período de 7 a 21 dias de idade

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados		
	CR <sup>1</sup> (g/ave)	GP <sup>2</sup> (g/ave)	CA <sup>3</sup> (g/g)
0	188,67	70,21	2,69
5	178,48	71,41	2,50
10	166,46	67,78	2,45
15	173,76	66,97	2,59
20	174,26	68,04	2,56
25	161,92*	67,41*	2,40
Média	242,15	103,22	2,35
Efeito – ANOVA <sup>4</sup>		<i>p</i> -valor	
Nível	0,04	0,01	0,39
Análise de Regressão		<i>p</i> -valor	
Linear	0,04	0,02	0,43
Quadrática	0,79	0,06	0,23
CV <sup>5</sup> (%)	9,82	3,36	9,63

<sup>1</sup>CR = Consumo de Ração; <sup>2</sup>GP = Ganho de Peso; <sup>3</sup>CA = Conversão Alimentar; <sup>4</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>5</sup>CV = Coeficiente de Variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

Conforme a análise de regressão para a fase inicial (7 a 21 dias), a inclusão deste alimento em níveis acima de 5% promoveu redução linear ( $P < 0,05$ ) no consumo ( $Y = 180,19 - 0,67X$ ;  $R^2 = 0,88$ ) e ganho de peso ( $Y = 70,74 - 0,16X$ ;  $R^2 = 0,83$ ). Entretanto, a conversão alimentar não variou significativamente entre os níveis testados.

Comparando os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP, em relação ao controle (Dunnett, 5%), na fase inicial (7 a 21 dias), observou-se que as apenas as aves alimentadas com 25% de inclusão do FIAP na ração apresentaram consumo e ganho de peso significativamente inferiores aos obtidos para as aves alimentadas com a ração sem adição de FIAP.

Os resultados de desempenho para o período total de crescimento, 7 a 42 dias de idade, das codornas alimentadas com os diferentes níveis de inclusão do FIAP nas rações são apresentados na Tabela 5.

**Tabela 5.** Desempenho de codornas japonesas alimentadas com rações contendo diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado no período de 7 a 42 dias de idade

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados			
	CR <sup>1</sup> (g/ave)	GP <sup>2</sup> (g/ave)	PF <sup>3</sup> (g)	CA <sup>4</sup> (g/g)
0	519,61	106,71	130,31	4,88
5	537,20*	116,03*	137,84*	4,63
10	494,35	109,88	133,51	4,51
15	512,06	108,36	131,88	4,73
20	508,91	110,13	133,76	4,63
25	476,89	105,69	129,02	4,52
Média	509,01	109,57	132,88	4,66
Efeitos – ANOVA <sup>5</sup>	<i>p</i> -valor			
Nível	0,03	0,04	0,04	0,06
Análise de Regressão	<i>p</i> -valor			
Efeito Linear	0,01	0,04	0,03	0,13
Efeito Quadrático	0,19	0,56	0,56	0,56
CV <sup>6</sup> (%)	6,30	4,60	3,12	8,28

<sup>1</sup>CR = Consumo de Ração; <sup>2</sup>GP = Ganho de Peso; <sup>3</sup>PF = Peso Final <sup>4</sup>CA = Conversão Alimentar; <sup>5</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>6</sup>CV = Coeficiente de Variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ ).

Para o período total (7 a 42 dias), conforme a análise de regressão, a inclusão deste alimento em níveis acima de 5% promoveu redução linear ( $P < 0,05$ ) no consumo de ração ( $Y = 526,39 - 1,33X$ ;  $R^2 = 0,56$ ), ganho de peso ( $Y = 110,38 - 0,02X$ ;  $R^2 = 0,72$ ) e peso corporal final ( $Y = 133,32 - 0,01X$ ;  $R^2 = 0,73$ ). Entretanto, a conversão alimentar não variou significativamente entre os níveis testados.

Porém, quando se comparou os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP em relação ao controle (Dunnett, 5%), observou-se que não houve prejuízos significativos para todos os parâmetros avaliados e, que, as aves alimentadas com 5% de inclusão do FIAP na ração apresentaram consumo e ganho de peso significativamente superiores aos obtidos para as aves alimentadas com a ração sem adição de FIAP.

Considerando os resultados, pode-se inferir que a redução do consumo com o aumento do FIAP na ração, acima de 5%, pode ser associado ao aumento da energia metabolizável das rações.

Por sua vez, se considerarmos que o ganho de peso é resultante da ingestão e absorção de nutrientes pelas aves, a redução no ganho de peso pode ser associada à menor ingestão de alimento à medida que aumentou o nível de FIAP na ração. Por outro lado, como o ganho de peso foi proporcional à ingestão de alimento, os valores de conversão alimentar não diferiram significativamente.

Como o ganho de peso reduziu com a inclusão do FIAP acima de 5% na ração, como era de se esperar ocorreu efeito semelhante para o peso corporal médio das codornas ao final da fase de crescimento.

Os dados referentes à composição química corporal de codornas japonesas ao final da fase de crescimento são apresentados na Tabela 6. Não foi observado efeito significativo dos níveis de inclusão de FIAP na ração sobre a matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo de codornas japonesas na fase de crescimento e nem diferença entre os resultados obtidos para os diferentes níveis de FIAP e os obtidos para o grupo controle.

**Tabela 6.** Efeito dos diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado sobre a composição química corporal de codornas japonesas na fase de crescimento (7 a 42 dias de idade)

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados		
	MS <sup>1</sup> (%)	PB <sup>2</sup> (%)	EE <sup>3</sup> (%)
0	33,54	23,03	8,02
5	34,66	22,93	8,35
10	35,07	23,49	8,08
15	33,56	22,96	7,82
20	35,71	23,80	8,00
25	33,56	23,38	7,77
Média	34,37	23,26	8,00
Efeito ANOVA <sup>4</sup>		p-valor	
Nível	0,19	0,25	0,91
Análise Regressão		p-valor	
Efeito Linear	0,58	0,21	0,29
Efeito Quadrático	0,67	0,59	0,72
CV <sup>5</sup>	5,18	3,11	11,68

<sup>1</sup>MS = Matéria Seca; <sup>2</sup>PB = Proteína Bruta; <sup>3</sup>EE = Extrato Etéreo; <sup>4</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>5</sup>CV = Coeficiente de Variação.

Nesse contexto, pode-se inferir que os efeitos sobre o ganho de peso das aves, e conseqüentemente, no peso corporal final não foram suficientes para alterar significativamente a composição corporal das aves ao final da fase de crescimento.

Os dados referentes à idade das aves ao primeiro ovo e ao atingir 50% de produção são apresentados na tabela 7.

**Tabela 7.** Efeito da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado em rações de codornas japonesas sobre a idade ao primeiro ovo e ao atingir 50% de produção

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados	
	IPO <sup>1</sup> (dias)	I50% <sup>2</sup> (dias)
0	53	64
5	46*	63
10	52	62
15	51	61
20	55	65
25	54	64
Média	52	63
Efeito ANOVA <sup>3</sup>	<i>p</i> -valor	
Nível	0,01	0,81
Análise Regressão	<i>p</i> -valor	
Efeito Linear	0,001	0,49
Efeito Quadrático	0,15	0,54
CV <sup>4</sup>	7,34	7,78

<sup>1</sup>IPO = Idade das aves ao primeiro ovo; <sup>2</sup>IPO50% = Idade das aves ao atingir 50% de produção; <sup>3</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ).

Na avaliação da maturidade sexual, conforme a análise de regressão, a inclusão FIAP alimento em níveis acima de 5% promoveu aumento linear ( $P < 0,05$ ) da idade ao primeiro ovo ( $Y = 46,04 + 0,37X$ ;  $R^2 = 0,69$ ), mas não influenciou significativamente a idade para alcançar 50% de postura.

Quando se comparou os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP em relação ao controle (Dunnett, 5%), observou-se que não houve aumento significativo da idade de produção do primeiro ovo e ao atingir 50% de postura. Porém, as aves submetidas à ração contendo 5% de inclusão de FIAP atingiram a idade à maturidade mais precocemente ( $P < 0,05$ ) do que as aves alimentadas com a ração controle.

A idade ao primeiro ovo tem sido utilizada para caracterizar a maturidade sexual de aves e esta pode ser influenciada por diversos fatores como a genética, idade cronológica, peso corporal e, em algumas situações à composição corporal das aves.

Nesse contexto, as aves que apresentarem maior peso corporal à maturidade sexual terão melhor desempenho, e aquelas que estiverem com peso corporal baixo apresentarão maturidade mais tardia e desempenho prejudicado (Bráz et al., 2011). Diante do exposto, podemos considerar que os resultados obtidos para idade ao primeiro ovo confirmam essas observações da literatura, pois as aves mais precoces foram às alimentadas com 5% de FIAP na ração, que foram as mais pesadas ao final da fase de crescimento. Também, como houve redução no peso corporal final com adição de FIAP acima de 5%, as aves apresentaram aumento na idade ao primeiro ovo.

Entretanto, é possível que a pequena diferença entre os pesos ao final da fase de crescimento das aves dos diferentes tratamentos tenha sido superada à medida que o ciclo de produção avançou uma vez que não houve diferença na idade para atingir 50% de postura. O fato das aves poedeiras continuarem crescendo no início do ciclo de produção até atingirem a maturidade física e de terem sido alimentadas com a mesma ração, também, pode ter contribuído para a recuperação do peso e, conseqüentemente, da produção. Resultado semelhante ao obtido para as codornas foi relatado por Bráz et al. (2011) para poedeiras.

Os dados de desempenho das codornas japonesas na fase de postura são apresentados na Tabela 8. Não foi observado efeito significativo dos níveis de inclusão de FIAP na ração de crescimento sobre as variáveis de desempenho avaliadas na fase de produção.

Alguns pesquisadores tem observado que e as aves mais leves, ao final da fase de crescimento, apresentaram menor produção e massa de ovos e prejuízo na conversão alimentar na fase de postura (Araújo et al., 2008). Assim, existe a preocupação com o peso corporal adequado para o início da postura das aves destinadas à produção de ovos. Nesse contexto, esperava-se que o efeito sobre o peso corporal das codornas ao final da fase de crescimento tivesse reflexos sobre alguma das variáveis avaliadas na fase de postura, entretanto, pode-se constatar que os efeitos da alimentação recebida na fase de crescimento não influenciaram a produção, o peso e massa de ovos e a conversão alimentar durante a fase de postura.

**Tabela 8.** Efeito dos diferentes níveis de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado na ração de crescimento de codornas japonesas sobre o desempenho e qualidade dos ovos na fase de postura

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados				
	CR <sup>1</sup> (g/ave/dia)	Postura (%)	PO <sup>2</sup> (g)	MO <sup>3</sup> (g/ave/dia)	CA <sup>4</sup> (g/g)
0	17,26	68,70	10,57	7,27	2,38
5	16,89	75,67	10,71	8,11	2,09
10	18,63	69,38	10,47	7,27	2,41
15	15,77	73,06	10,58	7,73	2,06
20	17,62	71,08	10,50	7,45	2,38
25	16,46	78,78	10,60	8,39	1,99
Média	17,11	72,82	10,55	7,69	2,23
Efeito ANOVA <sup>5</sup>		p-valor			
Nível	0,79	0,25	0,92	0,34	0,36
Análise Regressão		p-valor			
Efeito Linear	0,57	0,13	0,79	0,22	0,18
Efeito Quadrático	0,70	0,47	0,75	0,44	0,66
CV <sup>6</sup> (%)	12,39	10,26	3,81	11,10	11,21

<sup>1</sup>CR = Consumo de Ração; <sup>2</sup>PO = Peso do Ovo; <sup>3</sup>MO = Massa de Ovo <sup>4</sup>CA = Conversão Alimentar; <sup>5</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>6</sup>CV = Coeficiente de Variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet (p<0,05).

Resultados semelhantes aos obtidos para codornas têm sido relatados para poedeiras (Barros et al., 2006; Bráz et al. 2011). Segundo os pesquisadores citados, embora os tratamentos tenham influenciado significativamente o ganho de peso das frangas na fase de crescimento, o consumo de ração, a produção, o peso e massa de ovos e a conversão alimentar dessas aves na fase de postura não diferiram significativamente.

Os resultados para o estudo da viabilidade econômica são apresentados na Tabela 9. Na análise de regressão dos custos das rações por quilograma de ganho de peso vivo, índice de custo e índice de eficiência econômica, observou-se que não houve efeito da inclusão de farelo de arroz nas rações sobre essas variáveis.

Entretanto, na comparação dos resultados obtidos com os diferentes níveis de FIAP e os obtidos com a ração controle, observou-se que com a inclusão de 25% do farelo de arroz se obteve menor custo com ração para produção de cada quilo de ganho de peso, menor índice de custo e melhor índice de eficiência econômica em relação à ração controle. Esses resultados indicam a viabilidade econômica da inclusão de até 25% do farelo de arroz integral parboilizado na ração de crescimento para codornas japonesas.

**Tabela 9.** Avaliação econômica da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado nas rações de codornas japonesas

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros avaliados		
	Custo da Ração (R\$ / Kg de ganho)	Índice de Eficiência Econômica (%)	Índice de Custo (%)
Fase Inicial (7 a 21 dias)			
0	2,56	86,07	117,00
5	2,36	92,87	107,87
10	2,30	96,31	104,94
15	2,41	91,81	109,94
20	2,35	94,22	107,54
25	2,19*	100,00*	100,00*
Efeitos - ANOVA <sup>1</sup>		<i>p</i> -valor	
Nível	0,02	0,03	0,02
Análise de Regressão		<i>p</i> -valor	
Efeito Linear	0,41	0,50	0,40
Efeito Quadrático	0,30	0,37	0,30
CV <sup>2</sup> (%)	9,62	9,08	9,62
Período Total (7 a 42 dias)			
0	4,65	87,45	114,85
5	4,39	92,89	108,40
10	4,22	96,29	104,17
15	4,39	93,04	108,37
20	4,26	95,88	105,10
25	4,05*	100,00*	100,00*
Efeitos - ANOVA <sup>1</sup>		<i>p</i> -valor	
Nível	0,02	0,01	0,02
Análise de Regressão		<i>p</i> -valor	
Efeito Linear	0,67	0,68	0,68
Efeito Quadrático	0,48	0,48	0,49
CV <sup>2</sup> (%)	8,34	7,85	8,34

<sup>1</sup>ANOVA = Análise de variância; <sup>2</sup>CV = Coeficiente de variação; P<0,01 Significativo estatisticamente a 1% de probabilidade; P>0,05 - efeito não – significativo. \*Diferente (P<0,05) em relação à ração controle pelo teste Dunnet.

Vale ressaltar que o custo do kg de farelo de arroz foi de aproximadamente 91,43% do custo do kg do milho e essa diferença viabilizou o incremento da proporção de óleo na ração para mantê-las isonutrientes. Por outro lado, se considerarmos a possibilidade de ter havido subestimação no valor de energia metabolizável do FIAP isso implicaria em menor inclusão de óleo na ração e, conseqüentemente, redução nos

custos do kg de ração, dando margem para a viabilidade de inclusão do FIAP mesmo com um valor mais elevado.

Embora tenha ocorrido uma redução do consumo e no ganho de peso quando se aumentou o FIAP na ração, observou-se que o desempenho na fase de crescimento e na fase de postura das aves alimentadas com os diferentes níveis de inclusão do FIAP foi semelhante ao do grupo controle. Além disso, o uso de até 25% de FIAP na ração proporcionou a melhor viabilidade econômica. Dessa forma, pode-se inferir que é possível incluir até 25% do FIAP na ração das codornas em crescimento.

Este nível está acima dos 10% recomendados por Oladunjoye & Ojebiyi (2010), bem como dos 20% propostos por Bonato et al. (2004) e Piyaratne et al. (2009) para frangos de corte.

Vale ressaltar que a determinação do correto valor energético do FIAP deverá ser estudado em novas pesquisas e, assim, com a utilização desse valor na formulação das rações será possível avaliar, com maior segurança, o impacto da adição desse alimento na alimentação das codornas em crescimento. Segundo Freitas et al. (2006) a correta determinação do valor energético dos alimentos alternativos é fundamental para a formulação de rações adequadas ao bom desempenho das aves.

### **3.4 Conclusões**

O farelo integral de arroz parboilizado pode ser utilizado até 25% em ração de crescimento para codornas japonesas, sem que ocorra prejuízos na fase de postura.

### 3.5 Referências Bibliográficas

ARAÚJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAÚJO, J.A. et al. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008.

BARROS, L.R.; COSTA, F.G.P.; COSTA, J.S. et al. Níveis de proteína para frangas semipesadas no período de uma a dezoito semanas de idade. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.2, p.131-141, abr./jun. 2006.

BRÁZ, N. de M.; FREITAS, E.R.; BEZERRA, R.M. et al. Fibra na ração de crescimento e seus efeitos no desempenho de poedeiras nas fases de crescimento e postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2744-2753, 2011.

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.

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. **Revista Ciência Rural** v.34, n.2, p.511-516, 2004.

DORS, G.C; PINTO, R.H; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, v.29, n1, p. 219-224, 2009.

FIALHO, E.T.; BARBOSA, O.; FERREIRA, A.S. et al. Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1467-1475, 1992.

FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; SANTOS J.R.A. et al. Farelo da castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.41, n.6, p.1001-1006, 2006.

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.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

OLADUNJOYE, I.O.; OJEBIYI, O.O. Performance characteristics of broiler chicken (*Gallus gallus*) fed rice (*Oriza sativa*) bran with or without Roxazyme G2G.

**International Journal of Animal and Veterinary Advances.** v.2, n.4, p.135-140, 2010.

PIYARATNE, M.K.D.K.; ATAPATTU, N.S.B.M.; MENDIS, A.P.S. et al. Effects of balancing rice bran based diets for up to four amino acids on growth performance of broilers. **Tropical Agricultural Research and Extension**, v.12, n.2, p.57-61, 2009.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais.** 2.ed. Viçosa: UFV, 2011. 186p.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com ração contendo farelo de arroz e enzimas. **Ciência Agrotecnológica**, Lavras. v.27, n.6, p.1380-1387, nov./dez., 2003.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in feed ingredients together with finding which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, p. 313-325, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos).** 3ª ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.:Il.

TORRES, D.M. **Valor nutricional de farelos de arroz suplementados com fitase, determinado por diferentes metodologias com aves.** 2003. 172f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.

**CAPÍTULO III**

**FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA  
ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS (*Coturnix  
coturnix japonica*) NA FASE DE PRODUÇÃO**

#### **4 FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS JAPONESAS (*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*) NA FASE DE POSTURA**

**RESUMO:** Avaliou-se o efeito da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) na ração para codornas japonesas em fase de postura. Um total de 448 codornas com 17 semanas de idade foram pesadas e distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com sete tratamentos e oito repetições de oito aves. Foram testadas uma dieta controle (sem FIAP) e seis dietas contendo 5; 10; 15; 20; 25 e 30% de FIAP. Os crescentes níveis de FIAP não influenciaram o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, o aproveitamento da energia das rações, o consumo, produção, peso e massa de ovos e os índices de viabilidade econômica ( $P>0,05$ ). Quanto a qualidade dos ovos, observou-se redução linear na percentagem de casca, gravidade específica e cor da gema, com o aumento da inclusão de FIAP, enquanto o percentual de gema, de albúmen e unidades Haugh não foram influenciados significativamente. Considerando que o aproveitamento dos nutrientes da ração e o desempenho das aves alimentadas com até 30% de inclusão do farelo integral de arroz parboilizado não foi significativamente inferior ao obtido para o grupo controle, enquanto que as características de qualidade de casca, apesar de diferirem significativamente dos resultados obtidos com a ração controle, encontram-se dentro dos valores médios descritos na literatura, podendo-se recomendar a inclusão de 30% de farelo de arroz em rações para codornas japonesas, desde que sua utilização seja associada ao uso de aditivos pigmentantes, para não comprometer a coloração da gema.

**Palavras chave:** características dos ovos, codornas japonesas, farelo de arroz, nutrição

## **PARBOILED RICE WHOLE BRAN THE FEEDING OF JAPANESE QUAILS (*COTURNIX COTURNIX JAPONICA*) STAGE PRODUCTION**

**ABSTRACT:** We evaluated the effect of inclusion of parboiled rice bran (PRWB) in the diet of Japanese quails in laying phase. A total of 448 quails at 17 weeks of age were randomly allotted in a completely randomized design with seven treatments and eight replicates of eight birds. We tested a control diet (without PRWB) and six diets containing 5, 10, 15, 20, 25 and 30% PRWB. Rising levels of PRWB not influence the digestibility of nutrients, harnessing the energy of the diets, consumption, production, weight, and egg mass indices and economic viability ( $P > 0.05$ ). Regarding the quality of the eggs, we observed a linear decrease in the percentage of egg specific gravity and yolk color, with increasing inclusion of PRWB, while the percentage of yolk, albumen and Haugh units were not affected significantly. Whereas the use of the nutrients of the ration and performance of birds fed 30% inclusion of bran of parboiled rice was not significantly lower than that obtained for the control group, while the quality of bark, although they differ significantly from results obtained with the control diet are within the average values reported in the literature and can be recommended to include 30% of rice bran in diets of Japanese quails, provided that their use is associated with the use of additives pigments so not compromise the yolk color.

**Key - words:** egg characteristics, Japanese quails, nutrition, rice bran

## 4.1 Introdução

O arroz é um dos cereais mais produzidos no mundo visando à alimentação humana e, do seu beneficiamento, são obtidos subprodutos como a quirera ou quebrados de arroz e o farelo de arroz integral. Esses subprodutos podem se constituir em excelentes fontes de nutrientes para os animais (Lima et al., 2000).

O farelo integral de arroz, pelo seu alto teor de óleo, apresenta - se como uma boa fonte de energia para as aves, podendo ser uma alternativa na substituição de quantidades do milho, uma vez que é produzido em grandes proporções e a preços baixos. Entretanto, segundo Schoulten et al. (2003) e Gallinger et al. (2004), a utilização desse alimento na alimentação de aves é limitada devido à presença de fatores antinutricionais, sendo a rancidez hidrolítica e oxidativa durante o armazenamento e o alto teor de fibra, fitatos e inibidores enzimáticos os mais citados e que prejudicam a digestibilidade de todos os componentes nutritivos da ração.

Lemos et al. (2004), avaliando níveis crescentes de inclusão de farelo de arroz (0, 12, 24 e 36%) para poedeiras, observaram que o consumo de ração e a conversão alimentar decresceram linearmente com o aumento da inclusão do ingrediente, afirmando que a diminuição no consumo de ração estaria relacionada à presença de fatores antinutricionais presentes no farelo de arroz. No entanto, de acordo com os mesmos autores, o menor custo do farelo de arroz possibilita a sua inclusão ao nível estimado de 18,01%, com base no custo/dúzia de ovos produzidos, constituindo-se em uma alternativa viável e dependente da disponibilidade e do preço de mercado desse ingrediente.

Por sua vez, Samli et al. (2006) avaliaram a inclusão de farelo de arroz na alimentação de poedeiras comerciais nos níveis de 0, 5, 10 e 15% e verificaram que o nível de 15% promoveu redução no consumo de ração, produção e massa de ovos. Rezaei (2006) verificou que a inclusão de até 25% de farelo de arroz não influenciou o desempenho e a qualidade dos ovos das poedeiras, corroborando com Filardi et al. (2007) que relataram a possibilidade de inclusão de 15% de farelo de arroz na ração das poedeiras.

Quanto ao uso do farelo de arroz na alimentação de codornas, os relatos na literatura são escassos. Enke et al. (2008) relataram a utilização de 7% do farelo de arroz desengordurado na composição de rações para codornas alimentadas com silagem

de pescado sem prejuízo no desempenho. Amoah e Martin (2010) testaram a inclusão de 20% de farelo integral de arroz em rações de postura para codornas japonesas e verificaram a viabilidade da inclusão desse alimento, visto que o consumo de ração, a produção de ovos, o peso e a massa de ovos e a conversão alimentar das aves alimentadas com o farelo de arroz foram semelhantes ao das aves alimentadas com a ração sem a inclusão desse alimento.

Alterações no processamento dos ingredientes podem modificar a composição nutricional bem como a disponibilidade dos nutrientes. Nesse sentido, diferente do beneficiamento tradicional, no processo de parboilização, o grão de arroz é submetido a calor sob pressão antes de ser descascado e polido, resultando em mudanças físicas e químicas no grão polido e do farelo (Dors et al. 2009). Segundo Islam et al. (2010), diferente do farelo integral de arroz comum, o farelo de arroz parboilizado não contém saponina, piridina, hemaglutinina, tanino e ácidos graxos livres, mas ainda contém fitatos que podem reduzir disponibilidade do cálcio e do fósforo e, também, alguns polissacarídeos nãoamiláceos (celulose, xilose, arabinose e ácido galacturônico) que não são digeridos pelas aves e o efeito anti-nutricional destas substâncias pode resultar em redução na utilização dos nutrientes da ração e perdas no desempenho.

O aumento no consumo de arroz que passa por parboilização implica em crescimento na oferta do farelo oriundo desse processamento para a alimentação animal. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado na ração de postura para codornas japonesas.

## **4.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido no Setor de Avicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), Campus do Pici, Fortaleza - Ceará, no período de 15 de Maio a 30 de Setembro de 2011, com uma duração de 105 dias.

Foram utilizadas 448 codornas japonesas com 17 semanas de idade com peso médio inicial de 198 gramas, alojadas em gaiolas de postura (33 cm x 23 cm x 16

cm) que dispunham de comedouros tipo calha, bebedouro tipo “nipple” e coletor de ovos, numa densidade de oito aves/gaiola.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com sete tratamentos e oito repetições de oito aves por tratamento. Os tratamentos consistiram de sete rações isonutrientes, sendo uma controle e, as demais contendo diferentes níveis (5, 10, 15, 20, 25 e 30%) de farelo de arroz integral (FIAP).

As rações (Tabela 10) foram formuladas segundo as recomendações nutricionais constantes no NRC (1994) e a composição dos alimentos segundo Rostagno et al. (2011), com as devidas correções pela matéria seca, com base nas análises dos ingredientes realizadas no laboratório de nutrição animal (LANA) no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

O experimento teve a duração de 105 dias, divididos em 5 períodos de 21 dias cada, durante os quais as aves receberam ração e água à vontade. O programa de luz utilizado foi de 16 horas (natural + artificial), sendo a iluminação artificial feita com lâmpadas fluorescentes de 40 Watts.

As variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas com termômetro de máxima e mínima e psicrômetro, respectivamente. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 08:00 horas e 16:00 horas. Ao final do período experimental foram calculadas as médias das temperaturas máximas e mínimas e os valores de umidade relativa do ar.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: consumo de ração (g/ave/dia), produção de ovos (%/ave/dia), peso dos ovos (g), massa de ovo (g/ave/dia) e conversão alimentar (g de ração/g de ovos). Na avaliação dos constituintes e qualidade dos ovos, avaliou-se a percentagem de gema, albúmen e casca, Unidade Haugh, gravidade específica (g/cm<sup>3</sup>) e cor da gema.

A produção de ovos foi registrada diariamente por gaiola e no final de cada período foi calculada a produção por repetição. O peso médio do ovo foi obtido dividindo-se o peso total dos ovos coletados pelo número de ovos postos por repetição, em cada período. A pesagem foi feita uma vez na semana em balança eletrônica com precisão de 0,01g.

A massa de ovo foi calculada multiplicando-se o número de ovos produzidos pelo peso médio do ovo para cada repetição e a conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pela massa de ovo.

A avaliação da qualidade e constituintes dos ovos foi realizada uma vez por semana durante todo o período experimental. Para isso os ovos de cada repetição eram coletados e três deles selecionados aleatoriamente (evitando-se ovos quebrados, trincados ou sujos) para serem utilizados na avaliação.

**Tabela 10.** Composição percentual e nutricional calculada das rações experimentais

Ingredientes	Níveis de Inclusão de FIAP <sup>1</sup> (%)						
	0	5	10	15	20	25	30
Milho	55,60	50,53	45,43	40,32	35,24	30,15	25,00
Farelo de soja (45%)	33,96	33,42	32,89	32,36	31,83	31,29	30,77
Farelo de arroz	0,0	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00
Óleo de soja	2,88	3,52	4,18	4,84	5,49	6,14	6,83
Calcário calcítico	5,16	5,19	5,22	5,25	5,29	5,32	5,35
Fosfato bicálcico	1,59	1,53	1,47	1,42	1,35	1,29	1,24
DL – metionina	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Puramix de postura <sup>2</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Sal comum	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Custo/Kg de ração (R\$)</b>	<b>0,97</b>	<b>0,956</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>0,93</b>	<b>0,92</b>	<b>0,91</b>
Composição nutricional calculada							
Energia Metab. (Kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína Bruta (%)	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Lisina total (%)	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
Metionina + Cistina total (%)	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Metionina total (%)	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Treonina total (%)	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78	0,78
Triptofano total (%)	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cálcio (%)	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Fósforo disponível (%)	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15

<sup>1</sup>FIAP = Farelo Integral de arroz Parboilizado; <sup>2</sup>Composição por kg do produto: ácido fólico - 400 mg; pantotenato de cálcio - 3.000 mg; antioxidante - 2.000 mg; ; cobre - 2.000 mg; colina - 126.000 mg; ferro - 20.000 mg; iodo - 200 mg; manganês - 18.000 mg; metionina - 217.800 mg; niacina - 7.000 mg; piridoxina - 800 mg; colistina - 1.400 mg; riboflavina - 1.200 mg; selênio - 100 mg; tiamina - 800 mg; vit. A - 2.000.000 UI; vit. B12-1.000 mcg; vit. D3 - 500.000 UI; vit. E - 1.000 UI; zinco - 14.000 mg; biotina - 10 mg; menadiona - 500 mg; bacitracina de zinco - 10.000 mg.

Inicialmente foi determinada a gravidade específica (GE) dos ovos utilizando-se os procedimentos descritos por Freitas et al. (2004). O sistema de pesagem foi montado sobre balança de precisão (0,01g) para obtenção do peso do ovo no ar e na água. Os valores do peso do ovo no ar e na água foram anotados para o

cálculo da GE, através da equação  $GE = PO / (PA \times F)$ , onde: PO = peso do ovo no ar, PA = peso do ovo na água e F = fator de correção da temperatura.

Após a determinação da GE os ovos foram quebrados sobre uma superfície de vidro para a determinação da altura do albúmen com o uso de um micrômetro de profundidade. Os dados da altura do albúmen e do peso dos ovos foram utilizados no cálculo das unidades Haugh (UH) por meio da equação  $UH = 100 \log (H + 7,57 1,7W^{0,37})$ , onde: H = altura do albúmen (mm) e W = peso do ovo (g).

Após a determinação da altura do albúmen, as gemas foram separadas e pesadas em balança de precisão (0,01g) e as cascas dos ovos foram lavadas e postas para secar por um período de 48 horas e posteriormente foram pesadas. As percentagens de gema e casca foram obtidas pela relação entre o peso de cada porção e o peso do ovo, enquanto que a percentagem de albúmen foi determinada por diferença: % albúmen =  $100 - (\% \text{ gema} + \% \text{ casca})$ .

A cor da gema do ovo foi obtida por comparação visual com o leque colorimétrico da empresa Roche®.

Para avaliar os efeitos dos níveis de inclusão do FIAP na ração sobre a digestibilidade dos nutrientes, procedeu-se a coleta total de excretas (Sibbald e Slinger, 1963) durante quatro dias do quinto período experimental. Antecedendo o início da alimentação da fase experimental, as codornas foram submetidas a jejum alimentar de duas horas com o objetivo de esvaziar o trato gastrintestinal, e assim, coletar apenas as excretas provenientes da ração consumida durante o ensaio. Esse mesmo procedimento foi realizado para determinar o final do período de coleta.

As excretas foram coletadas duas vezes ao dia (08:00 horas e 16:00 horas) e após cada coleta foram encaminhadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Em seguida, as amostras foram trituradas em moinho tipo faca e assim como as rações experimentais, foram acondicionadas em frascos e encaminhadas ao laboratório para determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB), segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Com base nos resultados laboratoriais, foram calculados a umidade das excretas (%) e os coeficientes de digestibilidade de MS, N e EB. Os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para o balanço de nitrogênio

(EMAn) dos ingredientes foram calculados com base nas equações propostas por Matterson et al. (1965).

Para verificar a viabilidade econômica da inclusão do FIAP nas rações, determinou-se inicialmente o custo da ração por quilograma de ovo (CR), adaptando-se a equação proposta por Bellaver et al. (1985). Assim:  $CRI = (Q_i \times P_i) / M_i$ , em que  $Y_i$  = custo da ração por quilograma ovo no *i*-ésimo tratamento;  $P_i$  = preço do quilograma da ração utilizada no *i*-ésimo tratamento;  $Q_i$  = quantidade de ração consumida no *i*-ésimo tratamento e  $M_i$  = massa de ovo do *i*-ésimo tratamento. Os custos das rações foram determinados considerando-se as suas composições e os preços dos ingredientes obtidos em janeiro de 2011, no município de Fortaleza no Estado do Ceará.

Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho et al. (1992):  $IEE = (M_{Cei} / C_{Tei}) \times 100$  e  $IC = (C_{Tei} / M_{Cei}) \times 100$ , em que  $M_{Cei}$  = menor custo da ração por quilograma de ovo, observado entre tratamentos e  $C_{Tei}$  = custo do tratamento *i* considerado.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas utilizando-se o procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS (2000). Os dados foram submetidos à análise de variância segundo um modelo inteiramente casualizado e os graus de liberdade referentes aos níveis de inclusão do FIAP, excluindo-se a ração testemunha (nível zero de inclusão), foram desdobrados em polinômios para estabelecer a curva de melhor descrição para o comportamento dos dados e, assim, quando possível, determinar o melhor nível de inclusão do FIAP.

Para comparação dos resultados obtidos com cada um dos níveis de inclusão do FIAP em relação à ração testemunha, foi utilizado o teste de Dunnett (5%).

### **4.3 Resultados e Discussão**

Durante o experimento as temperaturas mínimas e máximas foram  $25,7 \pm 1,27$  °C e  $29,9 \pm 1,36$ °C, respectivamente e a umidade relativa do ar de 67,2%.

Os coeficientes de digestibilidade determinados a partir dos dados obtidos no ensaio de metabolismo, assim como os valores de EMA e EMAn calculados, estão apresentados na Tabela 11.

**Tabela 11.** Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas japonesas contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado

Níveis de Inclusão (%)	Parâmetros Avaliados				
	CDMS <sup>1</sup> (%)	CDN <sup>2</sup> (%)	CDEB <sup>3</sup> (%)	EMA <sup>4</sup> (Kcal/kgMS)	EMAn <sup>5</sup> (Kcal/kgMS)
0	78,28	47,29	82,13	3.406	3.284
5	78,16	48,54	82,02	3.416	3.287
10	76,16	43,43	81,11	3.370	3.260
15	77,73	47,77	82,52	3.449	3.278
20	76,97	49,08	82,05	3.424	3.265
25	77,15	50,57	80,28	3.361	3.188
30	75,29	49,98	81,68	3.426	3.277
Média	77,11	48,09	81,68	3,407	3,263
Efeitos – ANOVA <sup>6</sup>			p-valor		
Nível	0,66	0,27	0,88	0,88	0,68
Análise de Regressão			p-valor		
Linear	0,87	0,09	0,65	0,10	0,45
Quadrática	0,69	0,55	0,91	0,98	0,61
CV <sup>7</sup> (%)	3,40	8,35	2,97	2,97	2,60

<sup>1</sup>CDMS = Coeficiente de Digestibilidade da Matéria Seca; <sup>2</sup>CDN = Coeficiente de Digestibilidade do Nitrogênio; <sup>3</sup>CDEB = Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta; <sup>4</sup>EMA = Energia Metabolizável Aparente; <sup>5</sup>EMAn = Energia Metabolizável Aparente Corrigida para o Balanço de Nitrogênio; <sup>6</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>7</sup>CV = Coeficiente de Variação; Efeito não significativo a 5% de probabilidade (P>0,05); Efeito estatístico significativo (P<0,05); \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet (p<0,05).

Segundo a análise de regressão, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), do nitrogênio (CDN), da energia bruta (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para nitrogênio (EMAn) das rações não foram influenciados significativamente pelos níveis de inclusão de farelo de arroz avaliados.

A comparação de médias pelo teste Dunnett (5%) também mostrou que não houve diferença significativa entre os resultados obtidos com os diferentes níveis de inclusão do FIAP e os obtidos com a dieta controle (0% de FIAP).

Os níveis de farelo integral de arroz parboilizado testados não influenciaram significativamente a capacidade das codornas em aproveitar os nutrientes da ração de postura. Considerando que esse alimento é rico em lipídeos, é possível que o aumento da proporção de gordura nas dietas com a inclusão do FIAP tenha promovido a manutenção do aproveitamento dos nutrientes das rações e, conseqüentemente, dos valores de energia metabolizável. De acordo com Freitas et al. (2006) o aumento de lipídeos na dieta das aves pode prover o efeito extra-calórico, que consiste no aumento

da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração, e o efeito extra-metabólico, que resulta em melhoria da eficiência energética, em função do aumento da energia líquida da ração, decorrente do menor incremento calórico dos lipídeos, em razão do seu metabolismo.

Por outro lado, pode-se inferir que o bom desempenho obtido com a inclusão do farelo de arroz até 30% também pode ser atribuído aos efeitos benéficos do processamento térmico sofrido pelo grão de arroz, visto que, no processo de parboilização, o grão de arroz é submetido a calor sob pressão antes de ser descascado e polido e esse processamento térmico resulta em mudanças físicas e químicas no grão polido e no farelo (Dors et al., 2009).

Mujahid et al. (2003) relataram que o processamento térmico possibilita a estabilização do farelo de arroz, contribuindo para a preservação do valor nutricional durante o prolongamento do tempo de armazenamento através da inativação da lipase e, também, pode inativar outros fatores antinutricionais, com os inibidores de tripsina e, assim, contribuir para o maior aproveitamento dos nutrientes da ração.

Os resultados médios de desempenho das codornas alimentadas com os diferentes níveis de inclusão do FIAP nas rações são apresentados na Tabela 12.

**Tabela 12.** Desempenho de codornas japonesas em postura alimentadas com diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado

Níveis de Inclusão (%)	CR <sup>1</sup> (g/ave/dia)	Postura (%/ave/dia)	PO <sup>2</sup> (g)	MO <sup>3</sup> (g/ave/dia)	CA <sup>4</sup> (g/g)
0	25,33	92,35	11,48	10,61	2,39
5	25,27	95,39	11,54	11,01	2,31
10	24,80	88,97	11,42	10,16	2,45
15	23,33	94,19	11,55	10,88	2,15
20	23,43	92,02	11,40	10,49	2,24
25	23,52	88,12	11,40	10,05	2,36
30	23,71	92,51	11,41	10,55	2,25
Média	24,18	91,94	11,45	10,53	2,31
Efeitos – ANOVA <sup>5</sup>		p-valor			
Nível	0,10	0,21	0,30	0,13	0,57
Análise de Regressão		p-valor			
Efeito Linear	0,06	0,20	0,73	0,20	0,57
Efeito Quadrático	0,10	0,30	0,90	0,32	0,63
CV <sup>6</sup> (%)	7,42	5,35	2,53	6,13	9,88

<sup>1</sup>CR = Consumo de Ração; <sup>2</sup>PO = Peso do Ovo; <sup>3</sup>MO = Massa de Ovo <sup>4</sup>CA = Conversão Alimentar; <sup>5</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>6</sup>CV = Coeficiente de Variação.

Conforme a análise de regressão, a inclusão do FIAP em níveis acima de 5% não influenciou ( $P>0,05$ ) o consumo de ração, a percentagem de postura, o peso médio dos ovos, a massa de ovo e a conversão alimentar.

Segundo Leeson e Summers (2001), o consumo voluntário de rações pelas aves, dentro de certos limites, é regulado pela ingestão de energia, de forma que as aves alimentadas com rações contendo níveis mais elevados de energia podem reduzir o consumo, quando comparadas com aquelas alimentadas com rações contendo níveis mais baixos de energia. Porém existem outros fatores que podem afetar o consumo de ração, como idade da ave, o ambiente, a fase de produção e características da ração, como a concentração de proteína, o fornecimento apropriado de minerais, a granulometria, a densidade, a presença de fibras e de fatores antinutricionais, entre outros.

Nesse contexto, considerando que as rações foram formuladas para serem isonutrientes e não houve variação significativa na metabolização da energia das rações, esperava-se que o consumo de ração não variasse significativamente entre os tratamentos.

Por outro lado, o consumo de rações pelas aves pode ser alterado pela adição de ingredientes que influenciam na palatabilidade ou modifiquem a densidade da ração e, assim, frequentemente tem sido relatado redução na ingestão de ração com níveis mais elevados de farelo de arroz na ração das poedeiras (Lemos et al., 2004; Samli et al., 2006) sendo esse efeito associado ao aumento da fibra, que promove uma sensação de saciedade. Entretanto, os resultados obtidos na presente pesquisa indicam que esse efeito não ocorreu para as codornas alimentadas com até 30% de FIAP na ração. Rezaei (2006) e Filardi et al. (2007) não observaram influência da inclusão do farelo integral de arroz sobre o consumo de ração pelas poedeiras em níveis de até 25 e 15%, respectivamente.

Sabe-se que a produção, o peso e a massa de ovos e, conseqüentemente, a conversão alimentar das aves destinadas à produção de ovos dependem da disponibilidade de nutrientes para os processos metabólicos, devendo para tanto derivar da ingestão e do aproveitamento dos nutrientes da ração. Dessa forma, o fato de não ter havido diferenças significativas para todos esses parâmetros avaliados durante a fase de produção pode ser associado à semelhança na ingestão de ração e aproveitamento dos nutrientes da ração verificada entre os tratamentos.

Os resultados obtidos para os efeitos da inclusão do FIAP na alimentação de codornas em produção diferem de alguns relatados para poedeiras comerciais. Lemos et al. (2004) avaliaram níveis crescentes de inclusão de farelo integral de arroz comum (0, 12, 24 e 36 %) e observaram que o consumo de ração e a conversão alimentar decresceram linearmente com o aumento da inclusão. Samli et al. (2006) avaliaram os níveis de 0, 5, 10 e 15% e verificaram que o nível de 15% promoveu redução no consumo de ração, produção e massa de ovos.

Segundo Murakami e Furlan (2002), algumas características podem influenciar nas respostas obtidas para um mesmo alimento oferecido às diferentes espécies de aves. Dessa forma, a extrapolação dos resultados obtidos com poedeiras ou frangos de corte para codorna deve ser questionada, pois a diferença anatômica entre essas aves, em termos de tamanho e comprimentos dos órgãos do trato digestório, particularidades fisiológicas e, às vezes, hábitos alimentares podem influenciar no comportamento alimentar das aves.

Nesse sentido, Amoah e Martin (2010) afirmaram que a inclusão de 20% de farelo integral de arroz em rações de postura para codornas japonesas é viável, visto que o consumo de ração, a produção de ovos, o peso e a massa de ovos e a conversão alimentar das aves alimentadas com o farelo de arroz foram semelhantes ao das aves alimentadas com a ração sem a inclusão desse alimento.

Os resultados de proporção dos componentes e da qualidade dos ovos de codornas japonesas em postura são apresentados na Tabela 13. Na análise de regressão, observou-se que o percentual de gema e de albúmen assim como as unidades Haugh não sofreram efeito dos níveis de inclusão do FIAP nas rações. Contudo, houve efeito linear negativo dos níveis de inclusão do FAIP sobre a percentagem de casca ( $\hat{Y} = 8,07 - 0,01X$ ,  $R^2 = 0,42$ ), gravidade específica ( $\hat{Y} = 1,068 - 0,0002X$ ,  $R^2 = 0,84$ ) e cor da gema ( $\hat{Y} = 6,09 - 0,06X$ ,  $R^2 = 0,95$ ).

Com a comparação de médias pelo teste de Dunnett (5%) foi possível observar diferença significativa entre os resultados obtidos com diferentes níveis de FIAP e os obtido com a ração sem a inclusão de ingrediente para a percentagem de casca, gravidade específica e cor da gema.

**Tabela 13.** Componentes e qualidade dos ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado

Níveis de Inclusão (%)	Gema (%)	Albúmen (%)	Casca (%)	UH <sup>1</sup>	GE <sup>2</sup>	Cor da Gema
0	30,72	61,04	8,21	87,17	1,067	5,85
5	30,91	60,90	8,19	87,44	1,067	5,74
10	31,01	61,16	7,83 *	87,78	1,065	5,46 *
15	30,79	61,21	7,76 *	87,00	1,065	5,39 *
20	30,63	61,47	7,77 *	87,57	1,061 *	5,13 *
25	31,22	60,88	7,90 *	87,26	1,062 *	4,73 *
30	31,15	60,88	7,73 *	87,55	1,061 *	4,29 *
Média	30,92	61,08	7,91	87,40	1,060	5,23
Efeitos – ANOVA <sup>3</sup>			p-valor			
Nível	0,31	0,35	0,001	0,91	0,001	0,001
Análise de Regressão			p-valor			
Efeito Linear	0,30	0,07	0,001	0,70	0,001	0,02
Efeito Quadrático	0,21	0,06	0,06	0,71	0,06	0,90
CV <sup>4</sup> (%)	1,79	0,95	2,88	1,40	0,25	4,69

<sup>1</sup>UH = Unidades Haugh; <sup>2</sup>GE = Gravidade Específica; <sup>3</sup>ANOVA = Análise de Variância; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de Variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet (p<0,05).

Para a percentagem da casca e cor da gema, houve redução dos valores, a partir da inclusão de 10% de FIAP nas rações, atingindo valores menores com 30% de inclusão de FIAP. Já para gravidade específica essa redução nos valores ocorreu a partir do nível de 20% de inclusão de FIAP nas rações.

Sabe-se que a qualidade da casca dos ovos é dependente da disponibilidade de minerais, principalmente do cálcio e do fósforo, para o processo de formação da casca. Assim, a redução na ingestão diária de ração ou na absorção dos minerais da ração pode levar a redução na disponibilidade de minerais e, conseqüentemente, piorar a qualidade da casca dos ovos.

Sendo assim, como o consumo de ração não foi influenciado significativamente pela inclusão do FIAP na ração e que esse ingrediente contém fitatos que podem reduzir disponibilidade do cálcio e do fósforo e, também, alguns polissacárideos não-amiláceos com efeitos antinutricionais que podem resultar em redução na utilização dos nutrientes da ração (Islam et al., 2010), pode-se inferir que a piora na qualidade da casca, associada a menor proporção de casca e pior gravidade

específica, com o aumento do FIAP na ração pode estar associada à uma menor disponibilidade de minerais para a formação da casca.

Diferente do observado para as codornas na presente pesquisa, Samli et al. (2006) e Filardi et al. (2007) constataram que a inclusão de até 15% de farelo de arroz não prejudicou a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais. Rezaei (2006) verificou que a inclusão de até 25% de farelo de arroz não influenciou a qualidade da casca dos ovos das poedeiras.

Vale ressaltar que proporção de casca obtida com a inclusão de 30% de FIAP é um valor que pode ser considerado satisfatório quando comparado a valores apresentados na literatura. Costa et al. (2010) relataram valores de percentagem de casca que variaram de 6,81 a 7,50% para codornas japonesas alimentadas com diferentes níveis de cálcio no terço final da fase de postura.

Quanto ao efeito da inclusão do FIAP sobre a coloração da gema, pode-se inferir que a redução na coloração com a adição desse ingrediente na ração se deve à redução de pigmentos na ração, causada pela menor proporção de milho à medida que se aumentou o FIAP (Tabela 10). Sabe-se que o milho, principal fonte de energia das rações, é rico em pigmentos como xantofilas que conferem a cor amarela às gemas e, segundo Silva et al. (2000), a substituição total ou parcial do milho por alimentos alternativos pobres em pigmentos carotenóides em rações de poedeiras pode levar a uma redução na coloração da gema, cuja intensidade depende do nível de substituição.

Embora não seja comum o relato quanto à preferência do consumidor por ovos de codornas com gemas bem pigmentadas, esta observação deve ser considerada quanto ao uso desse ingrediente, visto que a inclusão de FIAP em níveis acima de 5% pode vir a prejudicar a pigmentação das gemas e, assim, a sua utilização deve ser associada ao uso de pigmentos.

Na análise de regressão dos custos das rações (Tabela 14) por quilograma de massa de ovo produzida, índice de custo e índice de eficiência econômica observou-se que não houve efeito da inclusão de farelo de arroz nas rações sobre essas variáveis.

Observou-se que com a inclusão de 30% do farelo de arroz se obteve menor custo com ração para produção de cada quilo de massa de ovo, menor índice de custo e melhor índice de eficiência econômica em relação à ração controle.

Esses resultados indicam a viabilidade econômica da inclusão de até 30% do farelo integral de arroz parboilizado na ração de postura para codornas japonesas.

**Tabela 14.** Avaliação econômica da inclusão do farelo de arroz integral parboilizado nas rações de codornas japonesas

Níveis de Inclusão (%)	Custo da Ração (R\$/Kg massa ovo)	Índice de Custo (%)	Índice de Eficiência Econômica (%)
0	2,31	112,29	89,57
5	2,21	107,25	94,25
10	2,24	108,67	92,33
15	2,10	102,00	98,86
20	2,08	101,00	99,63
25	2,07	100,29	99,86
30	2,06 *	100,00 *	100,00 *
Média	2,14	104,04	96,87
Efeitos - ANOVA <sup>1</sup>		<i>p</i> -valor	
Nível	0,04	0,04	0,03
Análise de Regressão		<i>p</i> -valor	
Efeito Linear	0,31	0,32	0,29
Efeito Quadrático	0,56	0,57	0,53
CV <sup>2</sup> (%)	8,25	8,32	7,89

<sup>1</sup>ANOVA = Análise de variância; <sup>2</sup>CV = Coeficiente de variação; \*Diferente (P<0,05) em relação à ração controle pelo teste Dunnet.

Diferente das observações da presente pesquisa, Lemos et al. (2004) indicaram que, com base no custo de produção, o nível ideal de inclusão do farelo de arroz a ração de poedeiras foi de 18,01 %, entretanto, Filardi et al. (2007) constataram que a adição de farelo de arroz na ração de poedeiras em níveis acima de 6% promoveu aumento do custo do kg de ovo.

Considerando que os resultados da digestibilidade dos nutrientes, metabolização da energia ração, do desempenho, da qualidade do albúmen e dos índices de avaliação econômica obtidos com o nível de 30% de inclusão do FIAP não foram significativamente inferiores aos obtidos para o grupo controle e, que, as características de qualidade de casca obtidas com esses níveis, apesar de diferirem significativamente dos resultados obtidos com a ração controle, encontram-se dentro dos valores médios descritos na literatura, pode-se recomendar a inclusão de até 30% de farelo de arroz em rações para codornas japonesas, desde que sua utilização seja associada ao uso de pigmentos, para não comprometer a coloração da gema.

Vale ressaltar que níveis superiores a 30% devem ser testados para melhor avaliar os efeitos da inclusão desse ingrediente na alimentação das codornas japonesas durante a fase de postura.

#### **4.4 Conclusões**

O farelo integral de arroz parboilizado pode ser utilizado até 30% em ração de postura para codornas japonesas.

#### 4.5 Referências Bibliográficas

AMOAHA, J.K; MARTIN, E.A. Quail (*Coturnix coturnix japonica*) layer diets based on rice bran and total or digestible amino acids. **Journal of Applied Biosciences** 26: 1647 – 1652. 2010. Disponível em: < www.biosciences.elewa.org> Acessado em 19 de maio de 2012.

BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p.969-974, 1985.

COSTA, C.H.R.; BARRETO, S.L.T.; GOMES, P.C. et al. Teores de cálcio em dietas para codornas japonesas no terço final de postura (45 a 57 semanas de idade). **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.62, n.5, p.1225-1231, 2010.

DORS, G.C; PINTO, R.H; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização composição química do arroz. **Ciência Tecnologia Alimentar**, v.29, n1, p. 219-224, 2009.

ENKE, D.B.S.; TABELÃO, V.; ROCHA, C.B. et al. Efeito da Inclusão de Farinha de Silagem de Pescado Adicionada de Farelo de Arroz Desengordurado na Dieta de Codornas Japonesas (*Coturnix Coturnix Japonica*). **Revista Brasileira Nutrição Animal** v.2, n. 3, p.01 - 14, 2008.

FIALHO, E.T.; BARBOSA, O.; FERREIRA, A.S. et al. Utilização da cevada suplementada com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.10, p.1467-1475, 1992.

FILARDI, R.; JUNQUEIRA, O.; LAURENTIZ, A. et al. Utilização do farelo de arroz em rações para poedeiras comerciais formuladas com base em aminoácidos totais e digestíveis. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.3, p.397-405, 2007.

FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; SANTOS J.R.A. et al. Farelo da castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.41, n.6, p.1001-1006, 2006.

FREITAS, E.R.; SAKOMURA, N.K.; GONZALEZ, M.M. et al. Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.5, p.509-512, Maio 2004.

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.

ISLAM, M.S.; AFTABUZZAMAN, M.; HOWLIDER, M.A.R. et al. Exogenous phytase for better utilization of parboiled rice polish in broiler diet. **Int. J. BioRes.** 1(5): 01-06 Maio, 2010.

LEMOS, I.T.P.; ZANELLA, I.; CARVALHO, A.D. et al. 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).

LESSON, S.; SUMMERS, D.J. **Nutrition of the Chicken**. 4th ed. Ontario: University Books, 2001, 413p.

LIMA, G.J.M.M; ZANOTTO, D.L; MARTINS R.R. et al. **Composição química e valores de energia de subprodutos do beneficiamento de arroz**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. 2p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 244). Disponível em: <[docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot244.pdf](http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/suino/comtec/cot244.pdf)> Acessado em 25 de jan de 2012.

MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, N.W. et al. **The metabolizable energy of feed ingredients for chickens**. Storrs: The University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.

MUJAHID, A.; ASIF, M.; UL HAQ, I. et al. Nutrient Digestibility of Broiler Feeds Containing Different Levels of Various Processed Rice Bran Stored for Different Periods. **Poultry Science** 82:1438–1443; Maio, 2003.

MURAKAMI, A.E.; FURLAN, A.C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. In: Simpósio internacional de coturnicultura, 1., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.113-120.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.

REZAEI, M. Utilization of mixed rice bran in laying hen diets. **Pakistan Journal of Biological Sciences**, 9 (8): 1420-1423, 2006.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2011. 186p.

SAMLI H.E.; SENKOYLU N.; AKYUREK H. et al. Using rice bran in laying hen diets. **Journal of Central European Agriculture** 7: (1) 137-140. 2006. Disponível em: <[www.agr.hr/jcea/issues/jcea7-1/pdf/jcea71-18.pdf](http://www.agr.hr/jcea/issues/jcea7-1/pdf/jcea71-18.pdf)> Acessado em 19 de maio de 2012.

SCHOULTEN, N.A.; TEIXEIRA, A.S.; RODRIGUES, P.B. et al. 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.

SIBBALD, I. R.; SLINGER, S. J. A biological assay for metabolizable energy in feed ingredients together with finding which demonstrate some of the problems associated with the evaluation of fats. **Poultry Science**, v. 42, p. 313-325, 1963.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., 2002, 235p.:Il.

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