



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

**NADJA NAIARA PEREIRA FARIAS**

**FARELOS DE ARROZ, COCO E CASTANHA DE CAJU SUBMETIDOS A  
ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE  
CORTE**

**FORTALEZA**

**2013**

**NADJA NAIARA PEREIRA FARIAS**

**FARELOS DE ARROZ, COCO E CASTANHA DE CAJU SUBMETIDOS A  
ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE  
CORTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas

**FORTALEZA**

**2013**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

F238f Farias, Nádia Níara Pereira  
Farelo de arroz, coco e castanha de caju submetidos a armazenamento prolongado na alimentação de codornas de corte / Nádia Níara Pereira Farias. – 2013.  
95 f. : il., enc. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2013.  
Área de Concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.  
Orientação: Prof. Dr. Edmaro Rodrigues Freitas.

1. Ave – Alimentação e rações. 2. Codorna. 3. Alimentos alternativos. I. Título

---

CDD 636.08

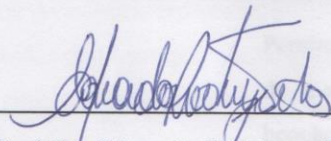
NADJA NAIARA PEREIRA FARIAS

**FARELOS DE ARROZ, COCO E CASTANHA DE CAJU SUBMETIDOS A  
ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE  
CORTE**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em: 11 / 03 / 2013.

**BANCA EXAMINADORA**



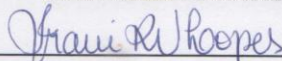
**Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas (Orientador)**

**Universidade Federal do Ceará (UFC)**



**Prof. Dr. Germano Augusto Jerônimo do Nascimento (Conselheiro)**

**Universidade Federal do Ceará (UFC)**



**Prof. Dra. Irani Ribeiro Vieira Lopes (Conselheira)**

**Universidade Federal do Ceará (UFC - Campus Cariri)**



**Dra. Rosa Patrícia Ramos Salles (Conselheira)**

**Universidade Federal do Ceará (UFC)**

Ao meu pai, Francisco Lúcio Farias, minha inspiração, que, tantas vezes me tranquilizou com suas sábias palavras.

A minha mãe, Maria Luzia Pereira Farias, exemplo de força e coragem, que me deu ânimo e segurança durante toda a minha caminhada.

Aos meus irmãos, Cynthia Régia Pereira Farias Veras, George Émerson Pereira Farias e Márcio Ricardo Pereira Farias, pela motivação e pela amizade.

A minha sobrinha, Ruana Helen Pereira Farias Veras, pela companhia nos fins de semana durante os experimentos, uma benção de Deus.

Ao meu esposo, Jayron dos Santos Correa Lima, companheiro assíduo, sempre muito paciente e disposto a ajudar.

## **DEDICO**

Ao professor e orientador, Ednardo Rodrigues Freitas, pelo acompanhamento da minha trajetória acadêmica desde o início, sempre me aconselhando com sabedoria, me corrigindo com firmeza e me ensinando com seriedade. Minha gratidão por todos esses anos de aprendizagem estão materializados nesta dissertação.

## **OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre estar ao meu lado, renovando minhas forças e me dando sabedoria e paciência para a conclusão de mais um grande sonho da minha vida.

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

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

Aos professores Germano Augusto Jerônimo do Nascimento e Gabrimar Araújo Martins, pelos auxílios durante o curso, com grande dedicação ao ensinamento.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA) do Departamento de Zootecnia da UFC, pela realização das análises químicas, em especial aos queridos funcionários Roseane e Júnior, sempre dispostos a ajudar nas atividades diárias do laboratório.

Ao Laboratório de Mecânica e Pavimentação dos Solos da UFC, pela realização das análises de resistência e deformidade.

Ao Setor de Avicultura, representado pelos funcionários Cláudio, Isaías, Marcos, Paulo e “Seu Chico”, todos muito amigos e solícitos na época da realização dos experimentos, ajudando em todas as situações possíveis e imagináveis.

Ao funcionário Olavo Bastos da Fábrica de Ração do Departamento de Zootecnia, sempre disposto a ajudar.

Aos estudantes do curso de Pós- Graduação Nádia Braz, Carlos Eduardo, Regina Patrícia, Danilo Rodrigues, Thales Marcel, Ivan Quevedo, Davyd Herik e Diego Dantas, pelo esforço e pelas contribuições intelectuais durante a realização desse trabalho.

Aos estudantes do curso de Graduação Herberson Marques, Thaís Tavares, Carlos Weiber, Valter Luís, Etho Robério, Suellen Rezende, Jessika, Ari, Geovana Aguiar, Simone, Mayara e todos os demais integrantes, por toda a ajuda durante a execução dos experimentos.

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

“Irmãos, reparai, pois, na vossa vocação; visto que não foram chamados muitos sábios segundo a carne, nem muitos poderosos, nem muitos de nobre nascimento; pelo contrário, Deus escolheu as coisas loucas do mundo para envergonhar os sábios e escolheu as coisas fracas do mundo para envergonhar as fortes; e Deus escolheu as coisas humildes do mundo, e as desprezadas, e aquelas que não são, para reduzir a nada as que são; a fim de que ninguém se vanglorie na presença de Deus.”

(1 Coríntios 1.26-29)

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição das rações experimentais para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade.....	39
Tabela 2 – Composição química e energética dos principais ingredientes das rações experimentais.....	40
Tabela 3 – Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado novo (FIAPN) ou armazenado (FIAPA).....	45
Tabela 4 - Valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado novo (FIAPN) ou armazenado (FIAPA).....	46
Tabela 5 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo integral de arroz parboilizado novo (FIAPN) ou armazenado (FIAPA) na ração.....	47
Tabela 6 – Características de carcaça e pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo integral de arroz parboilizado novo (FIAPN) ou armazenado (FIAPA) na ração.....	49
Tabela 7 – Parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo integral de arroz parboilizado novo (FIAPN) ou armazenado (FIAPA) na ração.....	51
Tabela 8 – Composição das rações experimentais para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade.....	61
Tabela 9 – Composição química e energética dos principais ingredientes das rações experimentais.....	62
Tabela 10 – Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo de coco novo (FCN) ou armazenado (FCA).....	67
Tabela 11 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de coco novo (FCN) ou armazenado (FCA) na ração.....	68
Tabela 12 – Características de carcaça e pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de coco novo (FCN) ou armazenado (FCA) na ração.....	70
Tabela 13 – Parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com inclusão de	



farelo de coco novo (FCN) ou armazenado (FCA) na ração.....	71
Tabela 14 – Composição das rações experimentais para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade.....	81
Tabela 15 – Composição química e energética dos principais ingredientes das rações experimentais.....	82
Tabela 16 – Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju novo (FCCN) ou armazenado (FCCA).....	87
Tabela 17 – Desempenho de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de castanha de caju novo (FCCN) ou armazenado (FCCA) na ração.....	89
Tabela 18 – Características de carcaça e pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de castanha de caju novo (FCCN) ou armazenado (FCCA) na ração.....	91
Tabela 19 – Parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de castanha de caju novo (FCCN) ou armazenado (FCCA) na ração.....	92

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CA	Conversão Alimentar
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
CT	Comprimento da Tíbia
CV	Coeficiente de Variação
DfT	Deformidade da Tíbia
DT	Diâmetro da Tíbia
DZ	Departamento de Zootecnia
EB	Energia Bruta
EMA	Energia Metabolizável Aparente
EMAn	Energia Metabolizável Aparente Corrigida
FC	Farelo de Coco
FCA	Farelo de Coco Armazenado
FCN	Farelo de Coco Novo
FCC	Farelo de Castanha de Caju
FCCA	Farelo de Castanha de Caju Armazenado
FCCN	Farelo de Castanha de Caju Novo
FIAP	Farelo Integral de Arroz Parboilizado
FIAPA	Farelo Integral de Arroz Parboilizado Armazenado
FIAPN	Farelo Integral de Arroz Parboilizado Novo
g	Gramas
h	Horas
IST	Índice de Seedor da Tíbia
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
meq/kg	Miliequivalente por quilo
mg	Miligrama

min	Minuto
mm	Milímetro
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
N	Nitrogênio
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PNA	Polissacarídeos Não Amiláceos
PT	Peso da Tíbia
RT	Resistência da Tíbia
TBA	Ácido Tiobarbitúrico
UFC	Universidade Federal do Ceará
W	Watts

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I - FARELOS DE ARROZ, COCO E CASTANHA DE CAJU SUBMETIDOS A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO GERAL.....</b>	<b>13</b>
<b>GENERAL SUMMARY.....</b>	<b>15</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 LIPÍDEOS.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1.1 ASPECTOS NUTRICIONAIS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1.2 RANCIDEZ.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2.1 RANCIDEZ OXIDATIVA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.1.2.2 CONSEQUÊNCIAS DA RANCIDEZ OXIDATIVA PARA O ORGANISMO ANIMAL.....</b>	<b>21</b>
<b>2.1.2.3 DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE OXIDAÇÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>2.2 USO DO FARELO INTEGRAL DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE AVES... </b>	<b>23</b>
<b>2.3 USO DO FARELO DE COCO NA ALIMENTAÇÃO DE AVES.....</b>	<b>25</b>
<b>2.4 USO DO FARELO DE CASTANHA DE CAJU NA ALIMENTAÇÃO DE AVES.....</b>	<b>27</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO II - FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>34</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>35</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>36</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>37</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>43</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
<b>CAPÍTULO III - FARELO DE COCO SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE</b>	

<b>CORTE.....</b>	<b>56</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>57</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>58</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>59</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>60</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>73</b>
<b>CAPÍTULO IV - FARELO DE CASTANHA DE CAJU SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE.....</b>	<b>76</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>77</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>78</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>79</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>80</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>93</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>94</b>

## **CAPÍTULO I**

### **FARELOS DE ARROZ, COCO E CASTANHA DE CAJU SUBMETIDOS A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

## RESUMO GERAL

Com o objetivo de avaliar a estabilidade oxidativa do farelo integral de arroz parboilizado, do farelo de coco e do farelo de castanha de caju durante o armazenamento e os efeitos do uso desses ingredientes na alimentação de codornas de corte, foram realizados três experimentos no período de 7 a 42 dias de idade. Para isso, um lote de 100 kg de cada farelo foi armazenado durante o período de seis meses. Ao término desse período, foi adquirido novo lote de 100 kg de cada farelo e tanto os farelos novos e armazenados, foram utilizados para formular as rações das codornas. No primeiro experimento, 245 codornas com sete dias de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições de sete aves por unidade experimental e foram testados os níveis de 10 e 20% de inclusão de farelo integral de arroz parboilizado armazenado (FIAPA) e novo (FIAPN). No segundo e terceiro experimentos, 280 codornas com sete dias de idade foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições de oito aves por unidade experimental. Nesses ensaios, os tratamentos consistiram em uma ração controle e os demais contendo 12,5 e 25% de farelo de coco armazenado (FCA) e novo (FCN) e farelo de castanha de caju armazenado (FCCA) e novo (FCCN), respectivamente. O farelo integral de arroz armazenado por seis meses apresentou sinais de reações hidrolíticas e oxidativas, observados pelo aumento do índice de acidez e de peróxido, respectivamente. Independente do armazenamento, a inclusão do farelo integral de arroz parboilizado resultou em menor digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio e maior valor de energia metabolizável da ração em relação à ração controle. A inclusão de 20% de FIAPA resultou em menor valor de energia metabolizável da ração em relação à adição do FIAPN. Embora tenha sido verificadas diferenças entre os tratamentos no aproveitamento dos nutrientes da ração esses não foram suficientes para influenciar significativamente o desempenho, características da carcaça, peso relativo do fígado e pâncreas e o crescimento e a qualidade óssea. O farelo de coco armazenado por seis meses apresentou maior tendência a reações de hidrólise, observado pelo aumento do índice de acidez. Independente do armazenamento, a inclusão do FC resultou em maiores valores de energia metabolizável da ração e em redução no consumo e na conversão alimentar em relação à ração controle. Embora tenha sido verificadas diferenças entre os tratamentos em alguns parâmetros, esses não foram suficientes para influenciar significativamente as características de carcaça, os pesos relativos do fígado e do pâncreas e o crescimento e a qualidade óssea. O farelo de castanha de caju armazenado por seis meses apresentou maior tendência a reações de hidrólise, observado pelo aumento do

índice de acidez. Independente do armazenamento, a inclusão do FCC resultou em maiores valores de energia metabolizável da ração e em redução no consumo e conversão alimentar em relação à ração controle. Ainda que tenha sido verificadas diferenças entre os tratamentos em alguns parâmetros, esses não foram suficientes para influenciar significativamente as características de carcaça, os pesos relativos do fígado e do pâncreas e o crescimento e a qualidade óssea. Ainda que o armazenamento por seis meses promova rancidez hidrolítica e oxidativa no farelo integral de arroz parboilizado e hidrolítica nos farelos de coco e de castanha de caju, estes podem ser utilizados na alimentação de codornas de corte, em níveis de inclusão de até 20%, para o farelo integral de arroz parboilizado e 25% para os farelos de coco e de castanha de caju.

**Palavras-chave:** coturnix coturnix coturnix, estabilidade lipídica, rancidez.



## GENERAL SUMMARY

Aiming to evaluate the oxidative stability of parboiled rice bran, coconut meal and cashew nut meal during storage and the effects of its use in the feeding of meat quails, were carried three experiments in the period 7 at 42 days of age. For this, a batch of 100 kg of each meal was stored for a period of six months. At the end of that period, were purchased new batches of 100 kg each bran, and meal, fresh and stored, were used to formulate the diets of quail. In the first experiment, 245 quails with seven days of age were distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications of seven birds each and were tested levels of 10 and 20% inclusion of stored parboiled rice bran (SPRB) and new (NPRB). In the second and third experiments, 280 quails with seven days of age were distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications of eight birds each. In these trials, the treatments consisted of a control diet and the other containing 12.5 and 25% of stored coconut bran (SCB) and new (NCB) and stored cashew nut bran (SCNB) and new (NCNB), respectively. The rice bran parboiled stored for six months showed signs of hydrolytic and oxidative reactions observed by the increase in acid value and peroxide, respectively. Regardless of the storage, the inclusion of rice bran parboiled resulted in lower digestibility of dry matter and nitrogen and higher metabolizable energy value of the diet compared to the control diet. The inclusion of 20% SPRB resulted in less metabolizable energy value of feed in relation to the addition of NPRB. Although there have been no differences between treatments in nutrient utilization ration these were not enough to significantly influence the performance, carcass characteristics, relative weight of the liver and pancreas and growth and bone quality. The coconut meal stored for six months showed a higher tendency to hydrolysis reactions, observed by increasing the acidity index. Regardless of the storage, the inclusion of coconut meal resulted in higher metabolizable energy of the ration and reduction in consumption and feed conversion compared to the control diet. Although there have been differences between treatments in some parameters, these were not sufficient to significantly influence carcass characteristics, the relative weights of the liver and pancreas and growth and bone quality. The cashew nut bran stored for six months showed a higher tendency to hydrolysis reactions, observed by increasing the acidity index. Storage independent, inclusion the cashew nut bran resulted in higher metabolizable energy of the ration and reduction in feed intake and feed compared to the control diet. Although there have been differences between treatments in some parameters, these were not sufficient to significantly influence carcass characteristics, the relative weights of the liver and pancreas

and growth and bone quality. Although the store for six months promote hydrolytic and oxidative rancidity the bran of parboiled rice and hydrolytic in the coconut bran and cashew nut bran, these can be used to feed meat quails in inclusion levels of up to 20% for the parboiled rice bran and 25% for the coconut bran and cashew nut bran.

**Keywords:** coturnix coturnix coturnix, lipid stability, rancidity.

## 1. INTRODUÇÃO

Na busca por redução nos custos com alimentação, que chegam a representar cerca de 70% do gasto total de produção, pesquisadores tem avaliado a utilização de alimentos alternativos na formulação de rações para aves. Nesse contexto, os subprodutos das agroindústrias regionais têm sido avaliados, pois geralmente são adquiridos a baixo custo e podem ser facilmente encontrados em certas áreas, em determinada época do ano (FREITAS et al., 2013).

Na região Nordeste e especialmente no estado do Ceará, alguns produtos da agroindústria, como o farelo integral de arroz parboilizado, o farelo de coco e o farelo da castanha de caju, resultantes do beneficiamento do arroz, do coco e da castanha de caju para consumo humano, apresentam composição química que os potencializam como ingredientes para as rações de aves (VASCONCELOS e BRANDÃO, 1995; CONTE, 2000; JÁCOME et al., 2002; MUJAHID et al., 2003; OJEWOLA et al., 2004; FREITAS et al., 2006; OLUWASOLA, 2006; SUNDU et al., 2006; BASTOS et al., 2007; LIMA et al., 2007; SOARES et al., 2007; SILVA et al., 2008; LOPES et al., 2009; FREITAS et al., 2011; LOPES et al., 2011; FILGUEIRAS et al., 2012).

O armazenamento de alimentos é parte integrante do sistema de fabricação de rações, visto que a estocagem adequada dos alimentos evita perdas e preserva suas qualidades, além de suprir as demandas durante a entressafra e de permitir aguardar variações de preços melhores (SAUER, 1992).

Entretanto, durante a armazenagem, o farelo integral de arroz parboilizado, o farelo de coco e o farelo de castanha de caju, por serem ricos em lipídios, estão propensos ao processo de rancidez hidrolítica e oxidativa (Robev & Shermer, 1994; Larbier & Leclercq, 1994; Leeson & Summer, 2001; Gallinger et al., 2004).

A rancidez, seja hidrolítica ou oxidativa, é a deterioração dos lipídeos e constitui-se em um dos problemas técnicos mais importantes na indústria de alimentos (OSAWA et al., 2006), visto que os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenoides dos alimentos (LEESON e SUMMERS, 2001). Nos casos em que essa destruição é mais severa, as aves podem apresentar sintomas de doenças carenciais, como encefalomalácia, diátese exsudativa, distrofia muscular, necrose dos tecidos em vários órgãos, além de redução na fertilidade e na eclodibilidade (CABEL et al., 1988). Além disso, na etapa final do processo de oxidação, são formados vários compostos que alteram o sabor dos

alimentos influenciando no consumo de ração e têm efeitos tóxicos ao organismo (WANG et al., 1997).

Diante do exposto, o objetivo da presente pesquisa foi avaliar a estabilidade oxidativa do farelo integral de arroz parboilizado, do farelo de coco e do farelo de castanha de caju durante o armazenamento e os efeitos do uso desses ingredientes na alimentação de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. LIPÍDEOS**

Os lipídeos são um grupo de compostos quimicamente diversos, cuja característica em comum que os define é a sua insolubilidade em água (NELSON e COX, 2011; RAMALHO e SUAREZ, 2012).

As funções biológicas dos lipídeos são tão diversas quanto a sua química. Gorduras e óleos são as principais formas de armazenamento de energia em muitos organismos. Fosfolipídeos e esteróis são os principais elementos estruturais das membranas biológicas. Outros lipídeos, embora presentes em quantidades relativamente pequenas, desempenham papéis cruciais como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos fotossensíveis, âncoras hidrofóbicas para proteínas, chaperonas para ajudar no dobramento de proteínas da membrana, agentes emulsificantes no trato digestório, hormônios e mensageiros intracelulares. Dessa forma, Nelson e Cox (2011) classificam os lipídeos em:

a) Lipídeos de armazenamento:

As gorduras e os óleos utilizados de modo quase universal como formas de armazenamento de energia nos organismos vivos são derivados de ácidos graxos. Os ácidos graxos são derivados de hidrocarbonetos, com estado de oxidação quase tão baixo quanto os hidrocarbonetos nos combustíveis fósseis. Os lipídeos de armazenamento representam mais de 80% da massa de um adipócito.

b) Lipídeos estruturais em membranas:

A característica central na arquitetura das membranas biológicas é uma dupla camada de lipídeos que atua como uma barreira à passagem de moléculas polares e íons. Os lipídeos de membrana são anfipáticos: uma extremidade da molécula é hidrofóbica e a outra hidrofílica. As interações hidrofóbicas entre si e as interações hidrofílicas com a água

direcionam o seu empacotamento em camadas, chamadas de bicamadas de membrana. Os lipídeos de membrana compõem 5 a 10% da massa seca da maioria das células.

c) Lipídeos como sinalizadores, cofatores e pigmentos:

Um grupo de lipídeos, presente em quantidades bem menores, possui papel ativo no tráfego metabólico como metabólitos e mensageiros. Alguns servem como sinalizadores potentes, como hormônios, carregados no sangue de um tecido a outro, ou como mensageiros intracelulares gerados em resposta a uma sinalização extracelular (hormônio ou fator de crescimento). Outros funcionam como cofatores enzimáticos em reações de transferência de porções de açúcar em várias reações de glicosilação. Um terceiro grupo consiste de lipídeos com um sistema de ligações duplas conjugadas: moléculas de pigmento que absorvem a luz visível. Finalmente, um grupo de lipídeos voláteis produzidos nas plantas serve de sinalizador que passa pelo ar, permitindo às plantas comunicarem-se umas com as outras, atraírem animais amigos e dissuadirem inimigos.

### **2.1.1. ASPECTOS NUTRICIONAIS**

Os óleos e as gorduras presentes nos alimentos ou adicionados às rações são as principais fontes de energia. Sob a ótica da nutrição, lipídeos são matérias graxas altamente calóricas, fornecendo 9 kcal/g frente a 4 kcal/g disponibilizados através de carboidratos e proteínas (BERTECHINI, 2006).

Os lipídeos da dieta também estão envolvidos no fornecimento de nutrientes essenciais ao organismo da maioria das espécies animais: os ácidos graxos essenciais, linoleico, linolênico e araquidônico (OETTERER et al., 2006).

De acordo com Oetterer et al. (2006), óleos e gorduras, além de fornecerem energia e ácidos graxos essenciais, protegem os órgãos vitais contra lesões (gordura cavitária) e servem de veículo para as vitaminas lipossolúveis A, D, E e K.

As gorduras diminuem a pulverulência das rações, aumentam a palatabilidade, além de reduzirem a velocidade de passagem da ingesta pelo trato gastroentérico, o que possibilita melhor absorção de todos os nutrientes da dieta (LEESON e SUMMERS, 2001).

### **2.1.2. RANCIDEZ**

As gorduras e óleos nas rações e nos alimentos são susceptíveis a dois tipos de rancidez: a hidrolítica e a oxidativa.

Na rancidez hidrolítica, os ácidos graxos são liberados dos triglicerídeos pela ação de enzimas (lipases) presentes naturalmente no grão ou no farelo, adicionadas intencionalmente ou por enzimas de micro-organismos contaminantes. Os resultados finais desta hidrólise são sabor desagradável, aumento de acidez, aumento da susceptibilidade dos ácidos graxos às reações de oxidação e alteração de propriedades funcionais (GALLIARD, 1983). De acordo com Leeson e Summers (2001), apesar de prejudiciais, os ácidos graxos livres com sabor e odor desagradáveis não alteram o valor nutritivo dos alimentos.

Por outro lado, a rancidez oxidativa resulta da reação entre ácidos graxos insaturados e o oxigênio atmosférico, catalisada por grande número de agentes (GALLIARD, 1983), que além de produzirem sabores e odores anormais, podem alterar seriamente o valor nutritivo dos alimentos (BONDI, 1988). Representa significativas perdas econômicas, pela destruição dos ácidos graxos insaturados, vitaminas lipossolúveis (MAYNARD et al., 1984), carotenos e proteínas (ARAÚJO, 1999). Esse tipo de rancidez pode resultar em diminuição no valor energético das gorduras ou óleos (LEESON e SUMMERS, 2001), além do alto risco toxicológico representado pelos produtos secundários e terciários formados no decorrer do processo (RUTZ, 1994).

#### **2.1.2.1 RANCIDEZ OXIDATIVA**

A rancidez oxidativa é um processo bastante complexo e pode ser dividido em três fases: iniciação, propagação e terminação.

A oxidação é iniciada pelo ataque do oxigênio molecular às duplas ligações dos ácidos graxos insaturados que compõem um lipídeo. Para tanto, é preciso que o oxigênio esteja ativado. A estrutura eletrônica do oxigênio permite receber ou doar elétrons, gerando, em sua estrutura um desarranjo eletrônico que converte a molécula de oxigênio em um radical livre. Os radicais livres possuem vida muito curta e são altamente reativos enquanto buscam um aceptor para seu elétron não pareado (COULTATE, 2004; GAVA et al., 2008).

Nas reações de propagação, o oxigênio atmosférico reage com os radicais livres gerando radicais peróxidos. Estes também são altamente reativos e seguem reagindo com outros ácidos graxos insaturados, produzindo hidroperóxidos e outro radical livre. Estes

também podem se comportar do mesmo modo que um peróxido. O resultado é o acúmulo sempre crescente de radicais livres na gordura. Eventualmente, a concentração de radicais livres atinge um ponto em que eles começam a reagir entre si formando produtos finais estáveis. Estas são as reações de terminação (COULTATE, 2004; GAVA et al., 2008) (Figura 1).

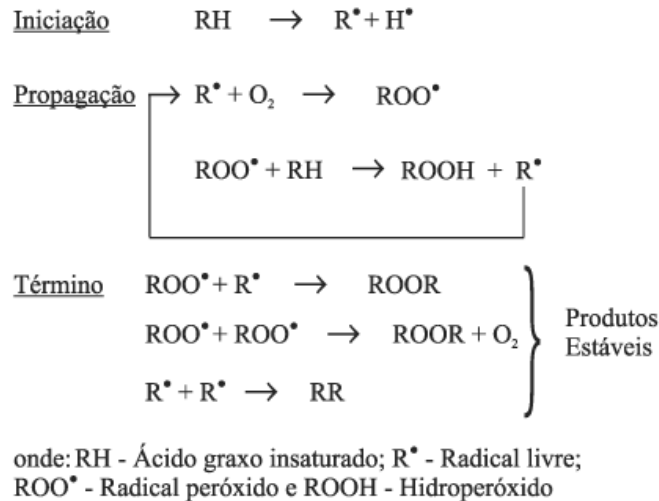


Figura 1. Esquema geral do mecanismo de oxidação lipídica (COULTATE, 2004).

Quanto maior for o grau de insaturação do ácido graxo componente do triglicerídeo, maior será a intensidade da oxidação (OETTERER et al., 2006), razão pela qual os óleos são mais susceptíveis a desenvolver rancidez oxidativa do que as gorduras.

### 2.1.2.2 CONSEQUÊNCIAS DA RANCIDEZ OXIDATIVA PARA O ORGANISMO ANIMAL

A peroxidação lipídica é um processo irreversível, que ocorre nos alimentos expostos a temperatura ambiente, implicando em perdas na qualidade dos mesmos que não podem ser recuperadas (BERMUDEZ et al., 2002).

Tem sido demonstrado que a rancidez oxidativa da gordura resulta em perdas nos valores energéticos dos alimentos (ENGBERG et al, 1996; RACANICCI et al., 2004).

O consumo de alimento oxidado representa risco à saúde dos animais não só pelo fato do processo ocasionar a destruição de certos nutrientes, tais como ácidos graxos essenciais, proteínas, vitaminas lipossolúveis e carotenoides (LEESON e SUMMERS, 2001),

mas também pela formação de compostos que apresentam efeitos tóxicos ao organismo (RACANICCI et al., 2004).

A lipoperoxidação destrói os PUFA (ácidos graxos poliinsaturados) incorporados nos fosfolípidos e, conseqüentemente, as lipoproteínas do sistema de membranas, comprometendo a integridade das membranas celulares e sub-celulares de alguns tecidos (LEESON e SUMMERS, 2001).

A ingestão de óleo oxidado causou redução na concentração de retinol (vitamina A) no fígado e na gordura abdominal de frangos de corte, de carotenoides (luteína e beta-caroteno) nos músculos do peito e da coxa, fígado e coração, gordura abdominal e no plasma sanguíneo (ENGBERG et al., 1996) e comprometeu o sistema imunológico das aves (LARBIER e LECLERCQ, 1994; ROBEY e SHERMER, 1994).

Baixos teores de vitamina E, vitamina C e glutathiona reduzida (GSH), no organismo das aves têm sido associadas ao estresse oxidativo (FELLENBERG e SPEISKY, 2006), levando estas espécies de animais a apresentarem doenças carenciais, como encefalomalácia, diátese exsudativa, distrofia muscular e necrose tecidual em vários órgãos (CABEL et al., 1988).

### **2.1.2.3 DETERMINAÇÃO DO ESTADO DE OXIDAÇÃO**

No que diz respeito à determinação da estabilidade oxidativa, há na literatura grande diversidade de técnicas analíticas descritas para caracterização do estado de conservação de óleos e gorduras. De forma geral podem ser classificadas em métodos estáticos, que medem o grau de oxidação de uma gordura ou óleo em um dado momento, e em métodos dinâmicos, nos quais a gordura ou óleo é submetido a um processo acelerado de oxidação (GRAY, 1985).

Os métodos estáticos englobam os químicos (índices de acidez, índices de peróxidos, TBA – ácido tiobarbitúrico, carbonila e anisidina) e os físicos (absorção na faixa do ultravioleta, fluorescência, cromatografia e polarografia) (GRAY, 1985). Os métodos dinâmicos envolvem o teste de estufa ou de Schaal, o de oxigênio ativo e o Rancimat (GRAY, 1985). Dentre os testes mais utilizados estão o índice de acidez e o índice de peróxido.

A acidez é um tipo de rancidez hidrolítica e seu índice é definido como miligramas de NaOH ou KOH requerido para neutralizar os ácidos graxos livres em 1 g de amostra. O procedimento está baseado na dissolução da gordura em um solvente misto e



neutralizado, seguido da titulação com uma solução padrão de NaOH ou KOH, na presença de fenolftaleína como indicador (ANFAR, 2005; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O índice de peróxido é um dos métodos mais utilizados para medir o estado de oxidação de óleos e gorduras. Os peróxidos são os primeiros compostos formados quando uma gordura se deteriora, portanto, toda gordura oxidada dá resultado positivo nos testes de peróxidos. O índice de peróxido de uma gordura é facilmente determinado dissolvendo-se um peso de gordura em uma solução de ácido acético-clorofórmico, adicionando-se iodeto de potássio e titulando o iodo liberado com solução padrão de tiosulfato de sódio, usando amido como indicador (ANFAR, 2005; INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

## **2.2 USO DO FARELO INTEGRAL DE ARROZ NA ALIMENTAÇÃO DE AVES**

Kratzer et al. (1974) ao avaliarem os fatores que influenciam o valor de alimentos para frangos contendo farelo de arroz, relataram que a utilização de 60% de farelo de arroz na dieta provocou redução significativa no crescimento de frangos de corte. Os mesmos autores também afirmaram que a autoclavagem e o tratamento a vapor melhorou o valor alimentar do farelo de arroz para aves.

Trabalhando com frangos de corte, Hussein e Kratzer (1982) observaram que durante o período de três meses de armazenamento, o teor de ácidos graxos livres presentes no farelo de arroz passou de 13,7% para 42,8%, o que não foi suficiente para alterar o teor de energia do mesmo. Os mesmos autores afirmaram que as aves alimentadas com rações contendo 60% de farelo de arroz armazenado obtiveram consumo de ração semelhante às aves que receberam rações contendo farelo de arroz fresco ou farelo de arroz armazenado com adição de antioxidante. Entretanto, o ganho de peso das aves alimentadas com rações contendo 60% de farelo de arroz armazenado diminuiu quando comparado ao ganho de peso das aves alimentadas com rações contendo 60% de farelo de arroz fresco ou farelo de arroz fresco com adição de antioxidante. Segundo os autores, a adição de farelo de arroz fresco ou armazenado promoveu redução no desempenho quando comparado ao grupo controle, ração sem farelo de arroz.

Sayre et al. (1987) estudando a qualidade nutricional do farelo de arroz estabilizado e cru para pintainhos, observaram menor peso do fígado quando as aves foram alimentadas com rações contendo farelo de arroz estabilizado, o que indica o efeito benéfico do processo de estabilização em prevenir a hipertrofia do tecido ou em reduzir a deposição de gordura no fígado.

Chae et al. (2002), estudando o efeito da inclusão de 5 a 10%, na fase inicial e final, respectivamente, de farelo de arroz na ração de frangos de corte, observaram que os animais alimentados com farelo de arroz fresco e farelo de arroz rancificado mostraram consumo de ração e ganho de peso reduzidos quando comparados ao grupo controle (farelo de arroz desengordurado). Quando comparados os grupos contendo farelo de arroz fresco e farelo de arroz rancificado, não houve diferença no consumo de ração, entretanto as aves alimentadas com rações contendo farelo de arroz fresco obtiveram maior ganho de peso do que as aves alimentadas com farelo de arroz rancificado. A conversão alimentar das aves alimentadas com farelo de arroz rancificado foi pior do que a do grupo controle.

Mujahid et al. (2003) relataram menores valores de digestibilidade da gordura com o tempo de armazenamento do farelo de arroz, entretanto, a magnitude desse efeito depende do nível de inclusão e do processamento térmico a que o farelo foi submetido. Segundo os autores, a autoclavagem previne a hipertrofia do pâncreas produzida pelo farelo de arroz.

Gallinger et al. (2004) avaliando a utilização do farelo de arroz integral (FAI) em níveis de 10, 20, 30 e 40% de inclusão em rações para frangos de corte, concluíram que inclusões acima de 20% produzem reduções significativas no peso corporal, entretanto, a conversão alimentar foi a mais prejudicada. Os mesmos autores observaram que o peso do intestino e do pâncreas das aves alimentadas com a dieta controle foi significativamente menor do que o das aves alimentadas com rações contendo 40% farelo integral de arroz. Também constataram reduções significativas sobre o peso, comprimento e cinzas da tíbia de aves alimentadas com rações contendo 30% e 40% de FAI quando comparado à ração controle.

Silva et al. (2006) ao avaliarem a estabilidade do farelo de arroz parboilizado relataram que a acidez do FIAPA por 4 meses foi apenas 1,65 vezes maior do que a do FIAPN, o que demonstrou o efeito da parboilização em retardar o processo de acidez.

Pestana et al. (2009) ao avaliarem a influência do processamento industrial sobre as características químicas e físicas e teor de lipídeos e antioxidantes do farelo de arroz observaram que o índice de acidez do FIAP foi menor (0,64% em ácido oléico) do que o índice de acidez do farelo de arroz comum (1,40% em ácido oleico), além de apresentar níveis muito baixos de peróxidos (1,22 meq/kg).

Piyaratne et al. (2009) avaliando os efeitos da inclusão do farelo de arroz integral (FAI) em rações para frangos de corte em níveis de 20% e 40% suplementados ou não com aminoácidos sintéticos, não observaram efeito significativo sobre o desempenho dos animais

com a suplementação aminoacídica. No entanto, ao se avaliar apenas o efeito nível de inclusão, um menor consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar foi observado com 40% de FAI na ração de crescimento (23 a 30 dias) das aves, contudo, na fase de acabamento (30 a 43 dias) nenhum efeito significativo foi observado. Os mesmos autores constataram redução na porcentagem do fígado das aves alimentadas com rações contendo 40% de farelo integral de arroz. Também observaram menor teor de cinza da tíbia das aves alimentadas com rações contendo 40% de farelo de arroz integral.

Filgueiras (2011) avaliando os efeitos da inclusão de farelo integral de arroz parboilizado (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) nas rações de codornas de corte em crescimento observou que a inclusão deste alimento em níveis acima de 5% promoveu uma redução linear no consumo de ração e ganho de peso, sem, contudo influenciar na conversão alimentar. O mesmo autor verificou ausência de efeito significativo da inclusão de FIAP sobre as características de carcaça e sobre os parâmetros de qualidade óssea, sendo possível a inclusão de FIAP nas rações de codornas de corte até o nível de 25%.

### **2.3 USO DO FARELO DE COCO NA ALIMENTAÇÃO DE AVES**

O farelo de coco ou torta de coco é um subproduto da extração do óleo de coco, que pode ser usado como fonte energética e proteica na alimentação animal (JÁCOME et al., 2002).

O farelo de coco contém 96,17% de matéria seca (MS), 5.185 kcal EM/kg para codornas, 24,13% de proteína bruta (PB), 20,83% de extrato etéreo (EE), 14,49% de fibra bruta (FB) e 3,93% de cinzas, com base nos dados na matéria natural (SILVA et al., 2008).

A copra é o nome da polpa do coco ou amêndoa seca e é o produto de maior valor que o coqueiro fornece. Não é um produto final, pois a copra vale pelo óleo que contém, sendo assim, a matéria prima com que trabalham as fábricas de óleo. Na extração do óleo, a copra é macerada, extraindo por compressão, resultando a torta ou farelo de coco (GOMES,1976).

O uso do FC como alimento para aves é limitado pelo seu alto conteúdo em fibra, uma vez que este componente apresenta efeito higroscópico, altera a viscosidade da parede intestinal e dificulta a digestibilidade da ração, com conseqüente produção de fezes aquosas (De BLAS et al., 1999).

Vasconcelos e Brandão (1995) não observaram efeito significativo da inclusão do FC em níveis de até 20% na ração sobre o desempenho de frangos de corte. Resultados

semelhantes foram obtidos por Jácome et al. (2002) ao avaliarem os efeitos da inclusão do farelo de coco (0%, 10% e 20%) nas rações de frangos de corte, onde os autores não verificaram efeito significativo da inclusão do FC sobre o desempenho e as características de carcaça das aves.

Sundu et al. (2006) avaliando o desempenho de frangos de corte alimentados com rações contendo 10, 30 ou 50% de FC, com ou sem adição de enzimas, verificaram pior desempenho das aves alimentadas com rações contendo FC acima de 10% de inclusão.

Bastos et al. (2007) ao avaliarem a inclusão do FC nos níveis 0%, 3,5%, 7%, 10,5%, 14% e 17,5% em rações para frangos de corte verificaram que houve redução linear no consumo de ração e ganho de peso dos frangos e piora na conversão alimentar com a adição do FC, sendo possível obter desempenho semelhante ao obtido com o controle com adição de 5% de farelo na ração inicial e até 17,5% na ração final. Esses pesquisadores não observaram efeitos significativos da inclusão do FC nas rações sobre as características de carcaça de frangos de corte.

Segundo Lima et al. (2007), os valores de EMA e EMAn das rações de poedeiras comerciais com 76 semanas de idade e no segundo ciclo de produção com 10, 15 e 20% de farelo de coco foram significativamente superiores aos da ração controle (sem farelo de coco).

Freitas et al. (2011), avaliando a substituição do farelo de soja pelo farelo de coco (0, 5, 10, 15 e 20%) em rações contendo farelo de castanha de caju para frangos de corte observaram que, embora a inclusão do FC tenha promovido redução no consumo de ração e no ganho de peso, bem como prejuízo na conversão alimentar na fase inicial, foi viável substituir até 20% da proteína da soja na ração, através da inclusão de 10,88% de FC na ração inicial e 9% de FC na ração final, pois o desempenho obtido com esse percentual de substituição foi semelhante ao observado para o grupo controle no período total de criação (1 a 42 dias de idade). Esses pesquisadores não observaram efeitos significativos da inclusão do farelo de coco nas rações sobre as características de carcaça de frangos de corte.

Avaliando o desempenho e a qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante, Lopes et al. (2011) observaram aumento superior a 65% no índice de acidez do farelo de coco armazenado por 35 dias e aumento gradativo no índice de peróxido com o decorrer no tempo de armazenamento. O desempenho e a qualidade dos ovos das aves não foram afetados com a inclusão do FC nas rações.

## 2.4. USO DO FARELO DE CASTANHA DE CAJU NA ALIMENTAÇÃO DE AVES

A inclusão do farelo de castanha de caju na ração de aves visa à redução dos custos de produção no setor avícola da região Nordeste, por tratar-se de um subproduto com excelente valor nutricional e disponível na entressafra do milho (RAMOS et al., 2006).

O farelo de castanha de caju é constituído de amêndoas inteiras, pedaços de amêndoas com pintas pretas devido ao ataque de pragas e doenças, pedaços com manchas e com películas em função do processamento (PIMENTEL, 1992).

De acordo com Silva et al. (2008), o farelo de castanha de caju contém 94,74% de matéria seca (MS), 6.075 kcal EM/kg para codornas, 21,21% de proteína bruta (PB), 44,54% de extrato etéreo (EE), 6,72% de fibra bruta (FB) e 3,18% de cinzas, com base dos dados na matéria natural.

Ojewola et al. (2004) não verificaram efeitos significativos entre os diferentes tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100% de substituição do farelo de soja pelo farelo de castanha de caju nas rações) sobre o consumo de ração e ganho de peso, entretanto a conversão alimentar foi melhor quando os frangos, na fase de 22 a 63 dias de idade, foram alimentados com rações contendo 25, 50 e 75% de substituição da proteína da soja, através da inclusão de 7,5, 15 e 22,50% de FCC na ração, respectivamente.

Freitas et al. (2006), ao avaliarem o uso do FCC (0, 5, 10, 15, 20 e 25%) em rações para frangos de corte constataram que o consumo de ração não foi influenciado pelos tratamentos. Entretanto, o aumento do FCC na ração promoveu aumento linear no ganho de peso, em todas as fases, e melhora linear na conversão alimentar, na fase inicial e no período total. Em relação ao controle, os autores observaram que, na fase inicial, as aves alimentadas com a ração com 25% de FCC apresentaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar. Na fase final e no período total de criação, a conversão melhorou a partir de 10% de inclusão, enquanto o ganho de peso foi maior a partir de 15% de inclusão. O rendimento de carcaça e a gordura abdominal não foram influenciados. Os índices econômicos melhoraram com a inclusão do FCC. Os autores concluíram que o FCC pode ser incluído nas rações de frangos de corte em proporções de até 25%.

Oluwasola (2006) observou que o ganho de peso final, ganho de peso diário, retenção de gordura, pesos da coxa e sobrecoxa, asa, cabeça e gordura abdominal foram significativamente maiores com o aumento nos níveis de substituição do farelo de soja em até 50% da ração, através da inclusão de 28,3% de FCC nas rações de frangos de corte no período

de 35 a 56 dias de idade. No entanto, em relação ao peso do fígado e do pâncreas, o autor não observou diferenças significativas entre os diferentes tratamentos.

Soares et al. (2007) trabalharam com FCC na alimentação de codornas japonesas na fase de postura, onde os autores observaram que a digestibilidade da MS e do nitrogênio reduziu linearmente, entretanto, apenas com o nível de 20% de FCC estes resultados foram menores do que os obtidos com a dieta controle. A digestibilidade da gordura e da energia bruta e os valores de EM das dietas não foram influenciados pelos níveis de FCC na dieta. O consumo de ração não foi afetado pelos níveis desse alimento na dieta, mas a produção de ovos, o peso e a massa de ovo e a conversão alimentar decresceram linearmente com a inclusão de FCC na dieta. As porcentagens de albúmen e gema, assim como a coloração da gema, sofreram efeito quadrático dos níveis de FCC na dieta. A porcentagem de albúmen e a coloração da gema aumentaram e a porcentagem de gema reduziu com a inclusão de FCC em níveis superiores a 9%. Em comparação à dieta controle, apenas a dieta com 20% de FCC prejudicou a produção de ovos, o peso e a massa de ovo, a coloração da gema e a conversão alimentar. Dessa forma, os autores concluíram que o FCC pode ser incluído em níveis de até 16% em dietas para codornas japonesas em postura.

Avaliando os efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade do FCC, Lopes et al. (2009) observaram que o índice de acidez do FCC armazenado por 35 dias não variou e que o índice de peróxidos aumentou gradativamente no decorrer do tempo de armazenamento. O desempenho de frangos de corte no período inicial (1 a 21 dias de idade) e período total (1 a 42 dias de idade) não foi afetado com a inclusão do FCC nas rações, assim como as características de carcaça e o peso relativo do fígado das aves.

## REFERÊNCIAS

- ANFAR. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal – Métodos Analíticos**, 204p, 2005.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 1999. 416p.
- BASTOS, S.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R. et al. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frango de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.297-303, 2007.
- BERMUDEZ, V. L. FISCHER, G.; SIQUEIRA, E. B. et al. Efeito da utilização do etoxiquim na produção e na qualidade dos ovos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Ed. UFLA, 2006. 301p.
- BONDI, A.A. **Animal nutrition**. Zaragoza: Acribia, 1988. 546p.
- BURTON, B. **Nutrição humana**. São Paulo, Mc. Graw hill, 1979, p. 24.
- CABEL, M.C.; WALDROUP, W.; SHERMER, W.D. et al. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poultry Science**, v.67, n.12, p.1725-1730, 1988.
- CHAE, B. J; LEE, K.H; LEE, S.K. Effects of feeding rancid rice bran on growth performance and chicken meat quality in broiler chicks. **Journal of Animal Science**, v. 15, n. 2, p. 266-273, 2002.
- CONTE, A.J. **Valor nutritivo do farelo de arroz em dietas para frangos de corte suplementadas com fitase e xilanase**. 157f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2000.
- COULTATE, T. P. **Alimentos: a química de seus componentes**. 3ª ed. Porto alegre: Artmed, 2004, 368 p.
- De BLAS, C.; MATEOS, G. G.; REBOLLAR, P. G. **Normas FEDNA para formulação de rações compostas**. Madrid. 1999. 496 p.
- ENGBERG, R.M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S.K. et al. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on oxidative status of broilers. **Poultry Science**, v. 75, n. 8, p. 1003-1011, 1996.
- FELLENBERG, M. A.; SPEISKY, H. Antioxidants: their effects on broiler oxidative stress and its meat oxidative stability. **Word's Poultry Science Journal**, v. 62, p. 53-70, 2006.

FILGUEIRAS, T. M. D. **Uso dos subprodutos do arroz na alimentação de codornas do tipo corte**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2012.

FREITAS, E. R.; LIMA, R. C.; SILVA, R. B.; SUCUPIRA, F. S. et al Substituição do farelo de soja por levedura de cana-de-açúcar em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 174-183, jan-mar, 2013.

FREITAS, E. R.; LIMA, R. C.; SILVA, R. B. et al. Substituição do farelo de soja pelo farelo de coco em rações contendo farelo da castanha de caju para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1006-1013, 2011.

FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F.; JÚNIOR, A.S. et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 101-1006, 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, n. 2, p. 183-190, 2004.

GALLIARD, T. Rancidity in cereal products. In: ALLEN, J. C., HAMILTON, R. J. **Rancidity in foods**. London: Applied Science Publishers. 1983, p. 109-130.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações**. 2008, 511 p.

GOMES, P.R. **O Coqueiro da Bahia**. São Paulo. Editora Nobel, 1976.

GRAY, J. I. "Simple chemical and physical methods for measuring flavor quality of fats and oils". In: MIN, D. B.; SMOUSE, T. H. **Flavor chemistry of fats and oils**. Champaign, AOAC, 1985, p. 223-39.

GUTKOSKI, L. C.; EL-DASH, A. A. Avaliação da estabilidade hidrolítica em produtos de aveia tratados termicamente. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 16, n. 2, p. 171-180, 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. 1020 p.

JÁCOME, I.M.T.D.; SILVA, L.P.G.; GUIM, A. et al. Efeitos da inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. *Acta Scientiarum*. **Animal Science**, v. 24, n. 4, p. 1015-1019, 2002.

KRATZER, F. H.; EARL, L.; CHIARAVANONT, C. Factors influencing the feeding value of rice bran for chickens. **Poultry Science**, v. 53, p.1795-1800, 1974.

HUSSEIN, A. S.; KRATZER F. H. Effect of Rancidity on the Feeding Value of Rice Bran for Chickens. **Poultry Science**, v. 61, p. 2450-2455, 1982

LARBIER, M; LECLERCQ, B. **Nutrition and feeding of poultry**. Nottingham: University Press, 1994. 305p.



LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Canada: University Books, 2001. 591p.

LIMA, R.C.; FUENTES, M.F.F.; FREITAS, E.R.; et al. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 5, p. 1340-1346, 2007.

LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2431-2438, 2011.

LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farelo de castanha de caju tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 8, p. 1502-1508, 2009.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F. Os lipídios e seu metabolism. In:\_\_\_\_. **Nutrição animal**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. Cap.7. p. 121-159.

MUJAHID, A.; ASIF, M.;UL HAQ, I. et al. Nutrient digestibility of broiler feeds containing different levels of variously processed rice bran stored for different periods. **Poultry Science**, v. 8, p. 1438-1443, 2003.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 1273p.

OETTERER, M.; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP. 2006, 612 p.

OJEWOLA, G. S.; OKOYE, F. C.; AGBAKURU, I. Replacement value of cashew-nut meal for soyabean meal in finishing broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**. v. 3, n. 8, p. 513-516, 2004.

OLUWASOLA, A. J. Growth indices and muscle development in broiler-chickens fed equi-protein replacement of soyabean meal with discarded cashew nut meat. **The Journal of Poultry Science**, v. 43, p. 215-221, 2006.

OSAWA, C. C.; GONÇALVES, L. A. G.; RAGAZZI, S. Titulação potenciométrica aplicada na determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras. **Química Nova**. v. 29, n. 3, 593-599, 2006.

PESTANA, V. R.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. et al. Influência del procesado industrial sobre los características químico-físicas y contenido em lípidos y antioxidantes del salvado de arroz. **Grasas y Aceites**, v. 60, n. 2, p. 184-193, 2009.

PIMENTEL, C. R. M. **Castanha de caju : produção e consumo internacional**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPCa, 1992. 18p.

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.

RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. et al. Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves reduz o seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 919-923, 2004.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. **Revista Virtual de Química**. 2012.

RAMOS, L. S. N.; LOPES, J. B.; FIGUEIREDO, A. V. et al. Polpa de caju em rações para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 35, v. 3, p. 804-810, 2006.

RIBEIRO, A. M. L.; HENN, J. D.; SILVA, G. L. Alimentos alternativos para suínos em crescimento e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p. 61-71, 2010.

ROBEY, W.; SHERMER, W. The damaging effects of oxidation. **Feed Mix**, v. 2, n. 5, p. 22-26, 1994.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

RUTZ, F. Uso de antioxidantes em rações e subprodutos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 1994. p. 73-84.

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

SAUER, D.B. **Storage of cereal grains and their products**. Fourth Edition, St. Paul, MN: AACC, 1992. 615p.

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 e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

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

SILVA, R.B.; FREITAS, E.R.; FUENTES, M.F.F. et al. Composição química e valores de energia metabolizável subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 30, n. 3, p. 269-275, 2008.

SIRIWARDANE, J. A. S. Analytical data on rice bran processed in Ceylon. **Ceylon Veterinary Journal**, v. 17, n. 3, p. 73-76, 1969.

SOARES, M. B.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R. et al. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1076-1082, 2007.

SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Response of broiler fed increasing levels of copra meal and enzymes. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 1, p. 13-18, 2006.

VASCONCELOS, R.Q.; BRANDÃO, J.S. Efeito de níveis de farelo de coco na dieta inicial sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 3, p. 391-400, 1995.

WANG, S.Y.; BOTTJE, W.; MAYNARD, P. et al. Effects of Santoquim® and oxidized fat on liver and intestinal glutathione in broilers. **Poultry Science**, v. 76, p. 961-967, 1997.

## **CAPÍTULO II**

### **FARELO INTEGRAL DE ARROZ PARBOILIZADO SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

## RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar a estabilidade oxidativa do farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) durante o armazenamento e os efeitos do seu uso na alimentação de codornas de corte. Para isso, um lote de 100 kg de farelo integral de arroz parboilizado foi armazenado durante o período de seis meses (FIAPA). Ao término desse período, foi adquirido um novo lote de 100 kg do mesmo ingrediente (FIAPN) e, ambos, foram utilizados para formular as rações das codornas. Foram utilizadas 245 codornas de corte com sete dias de idade, de ambos os sexos, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições de sete aves. Os tratamentos foram concebidos segundo um fatorial  $2 \times 2 + 1$ , em que foram avaliados os fatores armazenamento (armazenado e novo), nível de inclusão (10 e 20%) e um tratamento adicional (ração controle). O farelo integral de arroz armazenado por seis meses apresentou maior efeito das reações de hidrólise e oxidativas, observado pelo aumento do índice de acidez e de peróxido, respectivamente. Independente do armazenamento, a inclusão do farelo de arroz resultou em menor digestibilidade da matéria seca e do nitrogênio e maior valor de energia metabolizável da ração em relação à ração controle. A inclusão de 20% de FIAPA resultou em menor valor de energia metabolizável da ração em relação à adição do FIAPN. Embora tenha sido verificadas diferenças entre os tratamentos no aproveitamento dos nutrientes da ração, esses não foram suficientes para influenciar significativamente o desempenho, as características da carcaça, os pesos relativos do fígado e do pâncreas, bem como o crescimento e a qualidade óssea. Dessa forma, o farelo integral de arroz parboilizado armazenado por até seis meses, embora sofra processo de rancidez hidrolítica e oxidativa, pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte em níveis de até 20% de inclusão.

**Palavras-chave:** estabilidade oxidativa, rancidez hidrolítica, rancidez oxidativa.

## ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the oxidative stability of parboiled rice bran during storage and the effects of its use in the feeding of meat quails. For this, a batch of 100 kg of parboiled rice bran was stored for a period of six months (SPRB). At the end of that period, we acquired a new batch of 100 kg of the same ingredient (NPRB), and both were used to formulate the diets of quail. A total of 245 meat quails with seven days of age, of both sexes, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications of seven birds. The parboiled rice bran was stored for six months had a higher effect of oxidative and hydrolysis reactions, observed by the increase in acid number and peroxide, respectively. Regardless of the storage, the inclusion of rice bran resulted in lower digestibility of dry matter and nitrogen and higher metabolizable energy value of the diet compared to the control diet. The inclusion of 20% SPRB resulted in less metabolizable energy value of feed in relation to the addition of NPRB. Although there have been no differences between treatments in nutrient utilization ration, these were not sufficient to significantly influence the performance, carcass characteristics, the relative weights of the liver and pancreas and growth and bone quality. Thus, the parboiled rice bran stored for up to six months, although suffers process hydrolytic and oxidative rancidity can be used as feed for quail cutting at levels up to 20% inclusion.

**Keywords:** hydrolytic rancidity, oxidative rancidity, oxidative stability.

## 1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de subprodutos da agroindústria regional é uma alternativa para melhorar a oferta de alimentos que possam reduzir os custos de produção sem afetar o desempenho das aves (LOPES et al., 2011). 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 farelo integral de arroz é rico em vitaminas, aminoácidos e ácidos graxos insaturados (SAMLÍ et al., 2006). No entanto, a presença de uma gama de fatores antinutricionais, tais como o fitato, as lipases e as substâncias antiproteolíticas, limita a utilização do farelo de arroz integral na alimentação das aves (PIYARATNE et al., 2009). Além disso, o farelo de arroz está propenso a desenvolver rancidez devido à elevada porcentagem de gordura e enzimas lipolíticas, o que torna o farelo muito instável durante o armazenamento (MUJAHID et al., 2003).

Os ácidos graxos liberados pela hidrólise dos triglicerídeos durante o armazenamento proporcionam um sabor ácido e desagradável, comprometendo a utilização do farelo na alimentação animal (HUSSEIN e KRATZER, 1982; PESTANA et al., 2009). Hussein e Kratzer (1982) observaram que durante o período de três meses de armazenamento, o teor de ácidos graxos livres presentes no farelo de arroz passou de 13,7% para 42,8%. Nesse contexto, alguns pesquisadores têm relatado a necessidade da estabilização do farelo logo após a obtenção e o processamento térmico tem sido o método mais utilizado para inativação das lipases e produção de farelo de arroz integral estável, sem aumento dos ácidos graxos livres durante o armazenamento (RAMEZANZADEH et al. 1999; MUJAHID et al. 2003; OLIVEIRA et al., 2012).

Diferente do beneficiamento tradicional, no processo de parboilização, o grão de arroz é submetido ao calor sob pressão antes de ser descascado e polido, resultando em mudanças físicas e químicas no grão polido e no farelo (DORS et al., 2009). De acordo com Lacerda et al. (2010), o processo de parboilização aumenta o valor nutritivo do farelo e por se tratar de um processo térmico, ocorre a inativação das lipases presentes no farelo, resultando em um ingrediente de maior estabilidade no armazenamento.

Avaliando a estabilidade oxidativa dos resíduos do beneficiamento do arroz, Silva et al. (2006) verificaram que o farelo de arroz parboilizado foi o mais estável durante o armazenamento. Pestana et al. (2009) ao avaliarem a influência do processamento industrial

sobre as características químicas e físicas e teor de lipídeos e antioxidantes do farelo de arroz concluíram que o processamento térmico inativa as enzimas, o que estabiliza o farelo de arroz.

O aumento no consumo do arroz que passa por parboilização vem ampliando a oferta do farelo oriundo desse processamento. Nesse contexto, o experimento foi realizado para avaliar a estabilidade oxidativa do farelo integral de arroz parboilizado durante o armazenamento e os efeitos do seu uso na alimentação de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade.

## **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), no período de 20 de junho a 01 de agosto de 2011, totalizando um período de criação de 42 dias.

Para a condução do experimento foram utilizadas 245 codornas de corte com um dia de idade, de ambos os sexos. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e sete aves por unidade experimental. Os tratamentos foram concebidos segundo um fatorial  $2 \times 2 + 1$ , em que foram avaliados os fatores armazenamento (armazenado e novo) e nível de inclusão (10 e 20%), tendo um tratamento adicional (ração controle).

Inicialmente, foi adquirido um lote de 100 kg de farelo integral de arroz parboilizado (FIAP) logo após o beneficiamento industrial. O farelo, acondicionado em saco de ráfia, foi estocado sobre o tablado de madeira, em local coberto, seco, bem ventilado e fora do alcance da luz, durante o período de seis meses. Ao término desse período, foi adquirido um novo lote de 100 kg de FIAP e os farelos doravante denominados de FIAPA e FIAPN foram encaminhados para análise da estabilidade lipídica, através da determinação dos índices de acidez (% em ácido oleico) e de peróxido (meq/kg) dos farelos (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Independente dos resultados para oxidação lipídica, os farelos em estudo foram utilizados para composição das rações experimentais (Tabela 1), que foram calculadas para serem isoenergéticas e isonutritivas segundo as exigências nutricionais para codornas propostas no NRC (1994). Os dados de composição de alimentos foram baseados segundo Rostagno et al. (2011) (Tabela 2).



Tabela 1 – Composição das rações experimentais para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle <sup>1</sup>	FIAPN <sup>2</sup> (%)		FIAPA <sup>3</sup> (%)	
		10	20	10	20
Milho	52,10	41,94	31,77	41,94	31,77
FIAPN <sup>2</sup>	0,00	10,00	20,00	0,00	0,00
FIAPA <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	10,00	20,00
Farelo de soja (45%)	42,99	41,93	40,86	41,93	40,86
Calcário Calcítico	1,20	1,25	1,29	1,25	1,29
Óleo de soja	1,91	3,20	4,51	3,20	4,51
Fosfato monobásico	0,94	0,82	0,71	0,82	0,71
Suplemento mineral e vitamínico <sup>4</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,44	0,44	0,44	0,44	0,44
DL-metionina	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>
<b>Nível nutricional calculado</b>					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2,900	2,900	2,900	2,900	2,900
Proteína bruta (%)	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80
Matéria Seca (%)	87,40	87,59	88,39	87,59	88,39
Extrato etéreo (%)	4,49	6,85	9,25	6,85	9,25
Fibra bruta (%)	3,45	3,99	4,54	3,99	4,54
Fibra detergente ácido (%)	5,35	6,16	6,97	6,16	6,97
Fibra detergente neutro (%)	12,08	12,86	13,65	12,86	13,65
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,79	0,80	0,79
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina total (%)	1,32	1,32	1,33	1,32	1,33
Metionina + cistina total (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Metionina total (%)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Treonina total (%)	0,93	0,92	0,92	0,92	0,92
Triptofano total (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30

<sup>1</sup>Controle = ração sem farelo integral de arroz parboilizado; <sup>2</sup>FIAPN = farelo integral de arroz parboilizado novo; <sup>3</sup>FIAPA = farelo integral de arroz parboilizado armazenado; <sup>4</sup>Composição por kg do produto: ácido fólico - 138,00 mg; pantotenato de cálcio - 2.750,00 mg; antioxidante - 500,00 mg; biotina - 13,80 mg; cobalto - 25,00 mg; cobre - 2.500,00 mg; colina - 111.450,00 mg; Ferro - 6.250,00 mg; Iodo - 260,00 mg; manganês - 13.000,00 mg; metionina - 300,00 g; niacina - 6.875,00 mg; piridoxina - 550,00 mg; Colistina - 1750,00 mg; riboflavina - 1.375,00 mg; Selênio - 45,00 mg; tiamina - 550,00 mg; vit. A - 2.150.000,00 UI; Vit. B12 - 2.750,00 mg; vit. D3 - 555.000,00 UI; vit. E - 2.750,00 UI; vit. K - 400,00 mg; zinco - 11.100,00 mg; silicatos - 20.000,00 mg.

Tabela 2 – Composição química e energética dos principais ingredientes das rações experimentais

Constituintes <sup>1</sup>	Ingredientes		
	Milho <sup>2</sup>	Farelo de Soja <sup>2</sup>	Farelo de Arroz <sup>2</sup>
Matéria seca (%)	87,48	88,75	89,34
Energia bruta (Kcal/Kg)	3.940	4.009	4.335
EMAn (kcal/kg)	3.381	2.254	2.521
Proteína Bruta (%)	7,88	45,22	13,13
Fibra bruta (%)	1,73	5,30	8,07
Fibra detergente ácido (%)	3,38	8,07	12,58
Fibra detergente neutro (%)	11,93	13,79	21,53
Extrato etéreo (%)	3,65	1,69	14,49
Matéria mineral (%)	1,27	5,83	8,98
Cálcio (%)	0,03	0,24	0,11
Fósforo (%)	0,25	0,56	1,67
Sódio (%)	0,02	0,02	0,04
Potássio (%)	0,29	1,83	1,40
Magnésio (%)	0,09	0,32	0,81
Lisina Total (%)	0,23	2,79	0,63
Metionina total (%)	0,16	0,60	0,26
Metionina + cistina total (%)	0,33	1,28	0,52
Triptofano total (%)	0,06	0,63	0,16
Treonina total (%)	0,32	1,78	0,49

<sup>1</sup>Valores expressos na matéria natural; <sup>2</sup>Rostagno et al., 2011.

As codornas com um dia de idade foram pesadas e alojadas em um círculo de proteção, onde contaram com uma fonte de calor, bebedouros de pássaros adaptados e comedouros tipo bandeja, suficientes para o total de aves. No período de 1 a 7 dias de idade, as aves receberam a ração controle e foram manejadas conforme recomendações técnicas para o período.

No sétimo dia de idade, as aves foram novamente pesadas e distribuídas, de acordo com o peso, nos diferentes tratamentos, de modo a se obter parcelas com o mesmo peso médio, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves. Nessa fase, as aves de cada parcela foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (52cm x 26cm x 20cm), contendo comedouros do tipo calha e bebedouros de pássaros adaptados. Nessa idade, as aves foram vacinadas contra a doença de Newcastle, por via ocular.

Durante o período de criação, as aves receberam 24 horas de luz (natural + artificial). A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de 40W, distribuídas a uma altura de 2,40 m do piso, permitindo iluminação uniforme para todas as aves.

As variáveis ambientais de temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas com termohigrômetro. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 8h e 16h. No final do período experimental, foram calculadas as médias das temperaturas máxima e mínima e as médias da umidade relativa do ar.

Durante todo o período experimental, 7 a 42 dias de idade, as rações e a água foram fornecidas à vontade, sendo os comedouros e bebedouros abastecidos duas vezes ao dia, às 8h e 16h. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g/g).

O consumo de ração foi calculado através da diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras no final do ensaio de cada unidade experimental. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos finais e iniciais das aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso de cada unidade experimental. Todas as variáveis foram corrigidas para mortalidade.

Para avaliar a digestibilidade dos nutrientes, procedeu-se a coleta total das excretas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007) no período de 14 a 17 dias de idade das aves. 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 gastroentérico, 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.

Durante o período, as excretas de cada unidade experimental foram coletadas duas vezes ao dia, no início da manhã (8h) e no final da tarde (16h), em bandejas cobertas com plástico, colocadas sob cada gaiola. Após as coletas, as excretas foram colocadas em recipientes adequados e levadas ao laboratório para pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Depois foram trituradas em moinho tipo faca com malhas de 1mm e colocadas em recipientes adequados.

As amostras das excretas e das rações foram encaminhadas para determinação do teor de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB) (SILVA e QUEIROZ, 2002). Com base nos resultados das análises, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDMS), do N (CDN) e da EB (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), duas aves de cada parcela, um macho e uma fêmea, foram selecionadas para abate e avaliação das características de carcaça. Foram selecionadas aves com o peso médio semelhante ao da parcela. Após jejum

alimentar de 8 horas, as aves foram abatidas, depenadas e evisceradas. Em seguida, as duas coxas de cada ave foram retiradas e congeladas para posterior análise.

Após a pesagem do fígado e do pâncreas e a pesagem da carcaça sem o pescoço, os pés e as vísceras comestíveis, procederam-se os cortes. O rendimento de carcaça (%) e os pesos relativos (%) do fígado e pâncreas foram calculados em relação ao peso vivo das aves e os rendimentos (%) de peito e coxa + sobrecoxa em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para a retirada da tíbia, após o descongelamento em geladeira, cada coxa, devidamente identificada, foi submetida ao cozimento em água fervente por 10 minutos. Em seguida foram retirados os tecidos envolventes do osso com o auxílio de bisturis. Com os ossos devidamente preparados, foram avaliados o peso (mg), o comprimento (mm), o índice de Seedor (mg/mm), a resistência (kgf/cm<sup>2</sup>) e a deformidade.

Os ossos foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01g e o comprimento foi medido com auxílio de um paquímetro digital. O índice de Seedor (SEEDOR, 1995) foi obtido dividindo-se o peso do osso (mg) pelo seu comprimento (mm).

As tíbias esquerdas foram levadas ao laboratório de Ciência e Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC, onde os parâmetros de resistência e deformidade óssea foram determinados no osso *in natura* com auxílio de uma prensa mecânica triaxial da marca Testop/Ronald top com capacidade de 150 kg.

Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira apoiados em suas extremidades e depois aplicada uma força de compressão exercida por um pistão no centro de cada osso. A velocidade de descida do pistão foi de 1,23 mm/min. A quantidade máxima de força aplicada no osso até sua ruptura foi considerada a resistência à quebra (kgf/cm<sup>2</sup>), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade do osso (mm) foi medida registrando-se, em extensômetro analógico, a flexão de cada osso em relação a sua posição horizontal, até antes da sua ruptura pela ação da força aplicada.

As tíbias direitas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC para realização da pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Depois foram trituradas em moinho tipo bola, colocadas em recipientes adequados e encaminhados para determinação de matéria seca e matéria mineral (SILVA e QUEIROZ, 2002).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio do Statistical Analysis System (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar o efeito dos tratamentos e testar o fatorial. O teste de Dunnett a 5% de probabilidade foi utilizado para se comparar o tratamento controle em relação a cada um dos demais

tratamentos e o teste T a 5% de probabilidade foi utilizado para se comparar os fatores avaliados, armazenamento e nível de inclusão.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da oxidação lipídica do farelo de arroz, os índices de acidez obtidos, respectivamente para o farelo integral de arroz parboilizado novo (FIAPN) e para o farelo integral de arroz parboilizado armazenado (FIAPA) foram de 4,25 e 63,50% em ácido oleico; e os índices de peróxidos obtidos, respectivamente, para o FIAPN e para o FIAPA foram de 15,64 e 38,28 meq/kg.

Conforme os resultados, o FIAPA por 6 meses apresenta maior tendência a reações de hidrólise, observado pelo aumento de aproximadamente 15 vezes no índice de acidez.

O farelo de arroz está propenso a desenvolver rancidez, consequência da elevada porcentagem de gordura e da presença de enzimas lipolíticas no farelo, tornando-o muito instável durante o armazenamento. Assim, o processamento térmico tem sido o método usado para a inativação das lipases e produção do farelo de arroz estável, sem aumento dos ácidos graxos livres durante o armazenamento (MUJAHID et al. 2003). Nesse contexto, os resultados obtidos indicam que o processo de parboilização favorece a redução dos danos da rancidez oxidativa em relação à rancidez hidrolítica, porém, ocorrem processos de rancificação desse produto durante o armazenamento por 6 meses, conforme demonstrado pelo aumento dos índices de acidez e peróxidos.

Os resultados na presente pesquisa diferem dos que foram relatados por Silva et al. (2006), onde, ao avaliarem a estabilidade do farelo de arroz parboilizado, os autores verificaram que a acidez do farelo de arroz parboilizado armazenado por 4 meses foi apenas 1,65 vezes maior que a do farelo de arroz parboilizado novo, o que demonstrou o efeito da parboilização em retardar o processo de acidez. Pestana et al. (2009) ao avaliarem a influência do processamento industrial sobre as características químicas e físicas e teor de lipídeos e antioxidantes do farelo de arroz observaram que o índice de acidez do farelo de arroz parboilizado foi menor (0,64% em ácido oleico) que o índice de acidez do farelo de arroz comum (1,40% em ácido oleico), confirmando o efeito do processo de parboilização em desativar a lipase e, conseqüentemente, estabilizar o farelo.

Em relação ao índice de peróxido, observou-se que o FIAPA foi superior em torno de 2,5 vezes ao FIAPN, o que pode estar relacionado à continuidade de reações oxidativas

durante o período de armazenamento, onde os hidroperóxidos são decompostos em produtos secundários, como aldeídos e cetonas. As reações oxidativas podem ter sido favorecidas pelo tipo de embalagem utilizada durante o armazenamento, como também as más condições de armazenagem.

Pestana et al. (2009) ao avaliarem a influência do processamento industrial sobre as características químicas e físicas e teor de lipídeos e antioxidantes do farelo de arroz observaram que o farelo de arroz parboilizado apresentou níveis muito baixos de peróxidos (1,22 meq/kg). Segundo os mesmos autores, a utilização de altas temperaturas durante o processo de parboilização pode explicar as pequenas quantidades de peróxidos.

Durante o experimento as médias da temperatura, máxima e mínima, registradas no galpão foram de 31,25°C e 25,10°C, respectivamente. Para umidade relativa do ar, o valor médio foi de 66%.

Conforme os resultados para os valores dos coeficientes de digestibilidade e da energia metabolizável das rações experimentais (Tabela 3) houve diferenças significativas entre os tratamentos para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e nitrogênio (CDN) e nos valores de energia metabolizável.

Na comparação das médias pelo teste de Dunnet (5%), observou-se que a ração controle apresentou CDMS e CDN significativamente maiores que os das rações contendo FIAP. Quanto a energia metabolizável das rações, os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) determinados para a ração controle foram menores em relação aos demais tratamentos, entretanto, para EMA a diferença foi significativa apenas em relação a adição de 20% de FIAPN, enquanto que para a EMAn houve diferença significativa em relação a inclusão de 20% de FIAPA e 10 ou 20% de FIAPN.

Tabela 3 - Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado novo ou armazenado.

Tratamentos	CDMS <sup>1</sup> (%)	CDN <sup>2</sup> (%)	CDEB <sup>3</sup> (%)	EMA <sup>4</sup> (kcal/kg MS)	EMAn <sup>5</sup> (kcal/kg MS)
Controle <sup>6</sup>	73,23	60,44	77,58	3.527	3.283
10% FIAPA <sup>8</sup>	70,51*	57,29	77,00	3.592	3.356
20% FIAPA <sup>8</sup>	67,16*	53,96*	74,97	3.606	3.419*
10% FIAPN <sup>9</sup>	70,31*	47,96*	76,34	3.564	3.439*
20% FIAPN <sup>9</sup>	68,44*	51,05*	76,29	3.734*	3.567*
Média	69,96	54,05	76,45	3.603	3.412
CV <sup>7</sup> (%)	2,09	6,90	2,03	2,01	1,95
Nível					
10%	70,41 a	54,05 a	76,67 a	3.578 b	3.357 b
20%	67,80 b	52,51 a	75,63 a	3.670 a	3.493 a
Alimento					
FIAPA <sup>8</sup>	68,96 a	55,75 a	76,06 a	3.598 a	3.385 b
FIAPN <sup>9</sup>	69,44 a	50,93 b	76,31 a	5.642 a	3.454 a
<i>p</i> -valor					
Tratamento	0,0001	0,0001	0,0740	0,0005	0,0001
Nível	0,0002	0,2147	0,0720	0,0018	0,0001
Alimento	0,4132	0,0006	0,6468	0,1068	0,0063
Nível x Alimento	0,2135	0,1564	0,0872	0,0068	0,0043

<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>Controle = sem farelo de arroz; <sup>7</sup>CV = Coeficiente de variação; <sup>8</sup>FIAPA = Farelo integral de arroz parboilizado armazenado; <sup>9</sup>FIAPN = Farelo integral de arroz parboilizado novo; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ ). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste t.

Quando se avaliou o efeito de nível de inclusão e do tipo de FIAP, observou-se que não houve interação significativa desses fatores para os coeficientes de digestibilidade, mas houve interação significativa para os valores de energia metabolizável. Também se observou que, independente do tipo de FIAP, houve redução no CDMS com o aumento de 10 para 20% de inclusão do FIAP na ração. Por sua vez, o CDN foi menor para o FIAPN, enquanto o coeficiente de digestibilidade da energia bruta (CDEB) não foi influenciado pelo nível ou pelo tipo de FIAP da ração.

Com o desdobramento da interação para os valores de energia metabolizável (Tabela 4), observou-se que não houve diferença significativa nos valores de EMA e EMAn das rações contendo 10% de FIAPA ou FIAPN, enquanto que para o nível de 20% de inclusão, os valores de EMA e EMAn das rações contendo FIAPN foram significativamente maiores que os determinados para o FIAPA. Dessa forma, quando se comparou o efeito do aumento do nível de cada FIAP nas rações, observou-se aumento significativo da EMA e

EMAn quando o FIAP adicionado estava novo e apenas da EMAn para o FIAP armazenado por 6 meses.

Tabela 4 – Valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo integral de arroz parboilizado novo ou armazenado.

Nível	FIAPA <sup>1</sup>	FIAPN <sup>2</sup>	Média
10%	3.592 Aa	3.564 Ba	3.578
20%	3.606 Ab	3.734 Aa	3.670
Média	3.599	3.649	
Nível	FIAPA <sup>1</sup>	FIAPN <sup>2</sup>	Média
10%	3.356 Ba	3.439 Ba	3.357
20%	3.419 Ab	3.567 Aa	3.493
Média	3.388	3.462	

<sup>1</sup>FIAPA = Farelo integral de arroz parboilizado armazenado; <sup>2</sup>FIAPN = Farelo integral de arroz parboilizado novo; Médias seguidas de letras maiúsculas (coluna) e minúsculas (linha) idênticas não diferem entre si pelo teste t (5%).

Frequentemente tem sido relatado que o aumento da fração fibrosa pela presença de 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). Entretanto, os resultados obtidos na presente pesquisa discordam em parte desta afirmativa, visto que embora tenha havido redução nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca e nitrogênio com a inclusão do FIAP, houve aumento nos valores de energia metabolizável das rações contendo FIAP.

Quanto ao aumento da energia metabolizável com a adição de FIAP, este pode ser associado ao aumento da proporção e da disponibilidade lipídica nas rações contendo FIAP. Segundo Pestana et al. (2009) a concentração de gordura no FIAP é grande e o processo de parboilização aumenta a exposição dos lipídeos no farelo (DORS et al., 2009). Por outro lado, uma possível subestimação do valor de energia metabolizável do FIAP, ao se considerar os valores tabelados por Rostagno et al. (2011), contribuiu para maior adição de óleo nas rações. Assim, como as gorduras são grandes fornecedoras de energia prontamente disponível e a sua adição nas rações traz benefícios devido ao efeito extra calórico, que consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração (FREITAS et al., 2006), a maior presença de gordura contribuiu para aumentar a energia metabolizável das rações à medida que se adicionou o FIAP.

O aumento de 10 para 20% de inclusão do FIAPA não promoveu aumento da energia metabolizável da ração na mesma proporção verificada para adição do FIAPN. Essa



diferença pode ser resultante dos efeitos dos processos de hidrólise e oxidação lipídica durante o armazenamento, conforme demonstrado pelo aumento dos índices de acidez e peróxidos. Esse resultado corrobora com os de Engberg et al. (1996), que afirmaram que a lipoperoxidação diminui o valor energético do alimento, em decorrência da destruição dos ácidos graxos. Mujahid et al. (2003) relataram menores valores de digestibilidade da gordura com o tempo de armazenamento do farelo de arroz, entretanto, a magnitude desse efeito depende do nível de inclusão e do processamento térmico a que o farelo foi submetido.

Os resultados para a digestibilidade dos nutrientes obtidos na presente pesquisa estão de acordo com alguns relatados na literatura, a exemplo de Chae et al. (2002), onde observaram diminuição da digestibilidade da matéria seca, do nitrogênio e da energia quando as aves foram alimentadas com rações contendo farelo de arroz rancificado depois de 4 semanas de armazenamento. Filgueiras (2012) observou que a ração sem a inclusão de FIAP (controle) apresentou maior CDMS que o obtido para a ração contendo 25% de FIAP e menores valores de EMA e EMAn em relação a adição de FIAP a partir de 5%.

Na análise dos dados de desempenho (Tabela 5) observou-se que o consumo de ração, o ganho de peso e a conversão alimentar de codornas de corte não foram influenciados pelos tratamentos.

Tabela 5 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo integral de arroz parboilizado novo e armazenado na ração.

Tratamentos	Consumo (g/ave)	Ganho de Peso (g/ave)	Conversão Alimentar
Controle <sup>3</sup>	660,24	220,88	2,99
10% FIAPA <sup>1</sup>	639,23	219,51	2,92
20% FIAPA <sup>1</sup>	650,90	230,05	2,84
10% FIAPN <sup>2</sup>	663,49	222,56	2,98
20% FIAPN <sup>2</sup>	654,00	231,12	2,84
Média	653,15	225,07	2,91
CV <sup>4</sup> (%)	2,65	3,82	3,93
<i>p</i> -valor			
Tratamento	0,1802	0,0746	0,0672
Nível	0,2904	0,5981	0,5493
Alimento	0,5675	0,6230	0,1727
Nível x Alimento	0,2095	0,3167	0,7505

<sup>1</sup>FIAPA = Farelo integral de arroz parboilizado armazenado; <sup>2</sup>FIAPN = Farelo integral de arroz parboilizado novo; <sup>3</sup>Controle = sem farelo integral de arroz parboilizado; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação.

Os relatos na literatura indicam que a lipoperoxidação diminui o valor energético do alimento (ENGBERG et al., 1996) o que poderia favorecer ao aumento do consumo, por sua vez, a presença de algumas substâncias formadas durante o processo oxidativo como

aldeídos, cetonas, álcoois, hidrocarbonetos e ácidos causam odor e sabor desagradáveis aos alimentos, diminuindo a palatabilidade da ração e reduzindo o consumo pelo animais (RACANICCI et al., 2004). Assim, se considerarmos que consumo voluntário de alimento pelas aves pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles, o nível de energia e a palatabilidade da ração (LEESON e SUMMERS, 2001), pode-se inferir que o fato do consumo de ração não ter diferido significativamente entre os tratamentos indica que as modificações nos valores de energia metabolizável da ração observadas não foram suficientes para modificar significativamente a ingestão de ração, assim como pela presença de substâncias geradas durante a rancificação do FIAPA, que poderia alterar a palatabilidade da ração.

Considerando que o ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento de nutrientes pelas aves, como o consumo de ração não variou entre os tratamentos, não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) sobre o ganho de peso das aves. Por sua vez, como o ganho de peso foi proporcional à ingestão de alimento, os valores de conversão alimentar não diferiram significativamente.

Os resultados obtidos para o desempenho das codornas alimentadas com o farelo de arroz novo ou armazenado diferem em parte dos relatados na literatura para a utilização desse alimento para frangos ou codornas de corte.

Hussein e Kratzer (1982) verificaram que frangos de corte alimentados com rações contendo farelo de arroz rancificado apresentaram consumo de ração semelhante às aves que receberam rações contendo farelo de arroz fresco, no entanto, a adição do farelo de arroz armazenado diminuiu o ganho de peso das aves. Segundo os mesmos autores, a adição de farelo de arroz fresco ou armazenado promoveu redução no desempenho quando comparado às aves alimentadas com ração sem farelo de arroz.

Chae et al. (2002), observaram que a inclusão de farelo de arroz rancificado, devido ao armazenamento por 4 semanas, reduziu o consumo de ração e o ganho de peso e piorou a conversão alimentar dos frangos no período de 1 a 6 semanas de idade.

Gallinger et al. (2004) concluíram que inclusões de farelo de arroz integral na ração de frangos de corte acima de 20% produzem reduções significativas no ganho de peso, prejudicando a conversão alimentar.

Para codornas de corte, Filgueiras (2012) observou que, embora a inclusão de farelo integral de arroz parboilizado em níveis acima de 5% tenha promovido redução linear no consumo de ração e ganho de peso das aves, o resultado obtido com até 25% de inclusão não diferiu significativamente em relação àquelas alimentadas com ração sem o FIAP.

As variáveis de características de carcaça e os pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte não foram influenciados significativamente ( $P>0,05$ ) pelos diferentes tratamentos avaliados (Tabela 6).

Tabela 6 - Características da carcaça e pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo integral de arroz parboilizado novo e armazenado na ração

Tratamentos	Carcaça (%)	Coxa+Sobrecoxa (%)	Peito (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)
Controle <sup>3</sup>	66,86	24,99	41,88	1,98	0,25
10% FIAPA <sup>1</sup>	68,22	24,55	42,14	1,87	0,24
20% FIAPA <sup>1</sup>	67,10	24,97	42,19	1,73	0,23
10% FIAPN <sup>2</sup>	68,22	24,21	41,81	1,80	0,25
20% FIAPN <sup>2</sup>	68,32	24,43	41,65	1,73	0,24
Média	67,74	24,63	41,93	1,82	0,24
CV <sup>4</sup> (%)	3,87	6,11	4,64	19,38	27,21
<i>p</i> -valor					
Tratamento	0,4057	0,5781	0,9417	0,3096	0,9781
Nível	0,4727	0,4007	0,9046	0,2998	0,7484
Alimento	0,3909	0,2505	0,3982	0,7465	0,6885
Nível x Alimento	0,3930	0,7965	0,8366	0,7141	0,9680

<sup>1</sup>FIAPA = Farelo integral de arroz parboilizado armazenado; <sup>2</sup>FIAPN = Farelo integral de arroz parboilizado novo; <sup>3</sup>Controle = sem farelo integral de arroz parboilizado; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação.

Sobre o efeito da inclusão de um alimento na ração nas características de carcaça, Freitas et al. (2006) relataram que se o valor nutricional do alimento foi bem avaliado, é pouco provável que as características da carcaça sejam influenciadas pela inclusão desse alimento em rações isonutrientes. Entretanto, se o valor de energia metabolizável de um alimento for subestimado a sua inclusão na ração pode ocasionar mudanças na relação energia: proteína da ração e, assim, proporcionar modificações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes da carcaça. Nesse contexto, pode-se inferir que o aumento da energia metabolizável da ração com a adição do farelo de arroz não foram suficientes para modificar a relação energia:proteína das rações, ao ponto de promover mudanças significativas nas características da carcaça das codornas.

Os efeitos observados para as características de carcaça se assemelham aos relatados por Filgueiras (2012), que não verificou mudanças significativas para o rendimento da carcaça, peito e coxa + sobrecoxa de codornas de corte alimentadas com rações contendo até 25% de FIAP. Ausência de efeitos da inclusão do farelo de arroz integral na ração sobre o rendimento de carcaça, também foram relatados para frangos de corte (BONATO et al., 2004; OLADUNJOYE e OJEBIYI, 2010; PIYARATNE et al., 2009).

O alto nível de peróxidos na gordura hepática e a presença de muitos dos compostos tóxicos formados durante a oxidação podem provocar danos às células epiteliais do fígado (LEESON e SUMMERS, 2001). Além disso, mudanças severas na composição normal de ácidos graxos do fígado causam transtornos no metabolismo dos lipídeos que resultam em alterações no tamanho deste órgão (BONDI, 1988). Assim, a ausência de variação no peso relativo do fígado das aves alimentadas com rações contendo FIAPA pode ser um indicativo que os produtos secundários e terciários formados no decorrer do processo oxidativo desse farelo não foram suficientes para produzir mudanças no tamanho desse órgão (Tabela 6).

Diferente do observado nessa pesquisa, Sayre et al. (1987) obtiveram menor peso do fígado quando as aves foram alimentadas com rações contendo farelo de arroz estabilizado. Segundo os autores, o resultado indica o efeito benéfico do processo de estabilização em prevenir a hipertrofia do tecido ou em reduzir a deposição de gordura no fígado. Por sua vez, Gallinger et al. (2004) relataram que o peso do fígado não foi afetado pela inclusão de até 40% de farelo de arroz na ração de frangos de corte.

A presença de atividade do inibidor de tripsina no farelo de arroz tem sido associada à hipertrofia do pâncreas de aves (GALLINGER et al., 2004). Assim, a ausência de variação no peso relativo do pâncreas (Tabela 6) pode estar relacionada à eficiência do processo de parboilização em inativar o fator anti-tripsina, presente no farelo de arroz. Esses resultados corroboram os descritos por Kratzer et al. (1974) e Mujahid et al., (2003) onde verificaram que a autoclavagem do farelo de arroz diminui a hipertrofia do pâncreas pela inativação de fatores antiproteolíticos.

Na análise dos dados dos parâmetros ósseos (Tabela 7) observou-se que os tratamentos não influenciaram significativamente ( $P>0,05$ ) o comprimento, o peso, o índice de Seedor, a deformidade e a resistência da tíbia, bem como a quantidade de matéria seca e cinzas nos ossos.

Tabela 7 - Parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo integral de arroz parboilizado novo e armazenado na ração

Tratamentos	CT <sup>1</sup> (mm)	PT <sup>2</sup> (g)	IST <sup>3</sup> (mg/mm)	MST <sup>4</sup> (%)	CZT <sup>5</sup> (%)	DfT <sup>6</sup> (mm)	RT <sup>7</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )
Controle <sup>8</sup>	57,14	1,03	18,10	69,52	50,87	1,39	2,39
10% FIAPA <sup>9</sup>	56,62	1,08	19,03	66,70	48,26	1,48	2,11
20% FIAPA <sup>9</sup>	56,96	1,05	18,43	66,42	48,80	1,37	2,27
10% FIAPN <sup>10</sup>	56,47	1,04	18,40	68,65	49,50	1,38	2,48
20% FIAPN <sup>10</sup>	57,40	1,12	19,41	69,30	48,27	1,32	2,14
Média	56,92	1,06	18,63	68,13	49,14	1,39	2,28
CV <sup>11</sup> (%)	4,85	17,65	16,67	6,46	7,15	21,47	19,40
<i>p</i> -valor							
Tratamento	0,9005	0,7717	0,8016	0,1899	0,2593	0,7227	0,1360
Nível	0,2247	0,7006	0,8821	0,8401	0,8009	0,3467	0,6494
Alimento	0,7756	0,7281	0,7564	0,0568	0,7890	0,3313	0,4626
Nível x Alimento	0,5702	0,3752	0,3922	0,7017	0,3959	0,7547	0,0719

<sup>1</sup>CT = Comprimento da tíbia; <sup>2</sup>PT = Peso da tíbia; <sup>3</sup>IST = Índice de Seedor da tíbia; <sup>4</sup>MST = Matéria seca da tíbia; <sup>5</sup>CZT = Cinzas da tíbia (expresso na matéria seca); <sup>6</sup>DfT = Deformidade da tíbia; <sup>7</sup>RT = Resistência da tíbia; <sup>8</sup>Controle = sem farelo integral de arroz parboilizado; <sup>9</sup>FIAPA = Farelo integral de arroz parboilizado armazenado; <sup>10</sup>FIAPN = Farelo integral de arroz parboilizado novo; <sup>11</sup>CV = Coeficiente de variação; .

O menor aproveitamento mineral, principalmente de cálcio e fósforo, pode ocasionar problemas no crescimento e na qualidade do tecido ósseo das aves (RATH et al., 2000). Por sua vez, os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes em alimentos fibrosos e os fitatos estão intrinsecamente relacionados à má absorção mineral no intestino delgado (CAMIRUAGA et al., 2001), enquanto, a presença de radicais livres, encontrados em gorduras peroxidadas, pode aumentar a atividade osteolítica de osteoclastos, o que promove a destruição dos cristais ósseos (GARRETT et al., 1990). Nesse contexto, os resultados obtidos na presente pesquisa evidenciam que esses possíveis efeitos não se traduziram em problemas no crescimento e na qualidade dos ossos das codornas.

A ausência de influência significativa da inclusão do farelo integral de arroz parboilizado na ração sobre o crescimento e a qualidade óssea de codornas de corte também foi observada por Filgueiras (2012). Entretanto, Gallinger et al. (2004) relataram que rações contendo níveis acima de 10% de farelo integral de arroz afetaram negativamente a mineralização óssea em frangos de corte, o que foi relacionado a elevada presença de fitatos e fibra no farelo de arroz, que podem interferir com a digestibilidade e retenção mineral.

#### **4. CONCLUSÃO**

O farelo de arroz integral parboilizado com até seis meses de armazenamento, embora sofra processo de rancidez hidrolítica e oxidativa, pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade em níveis de até 20% de inclusão.

## REFERÊNCIAS

- BONATO, E.L.; ZANELLA, I.; SANTOS, R. et al. Uso de enzimas em dietas contendo níveis crescentes de farelo de arroz integral para frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 511-516, 2004.
- BONDI, A.A. **Animal nutrition**. Zaragoza: Acribia, 1988. 546p.
- CAMIRUAGA, M.; GARCIA, F.; ELERA, R. et al. Productive response of broiler chickens to exogenous enzyme combinations added to diets based on corn or triticale. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2001.
- CHAE, B. J.; LEE, K. H.; LEE, S. K. Effects of feeding rancid rice bran on growth performance and chicken meat quality in broiler chicks. **Journal of Animal Science**, v. 15, n. 2, p. 266-273, 2002.
- DORS, G.C; PINTO, R.H; BADIALE-FURLONG, E. Influência das condições de parboilização na composição química do arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.29, n. 1, p. 219-224, 2009.
- ENGBERG, R. M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S. K. et al. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on oxidative status of broilers. **Poultry Science**, v. 75, n. 8, p. 1003-1011, 1996.
- FILGUEIRAS, T. M. D. **Uso dos subprodutos do arroz na alimentação de codornas do tipo corte**. 70 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, 2012.
- FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; JÚNIOR, A. S. et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.101-1006, 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, n. 2, p. 183-190, 2004.
- GARRETT, R. I.; BOYCE, B. F.; OREFFO, R. O. C et al. Oxygen-derived free radicals stimulate osteoclastic bone resorption in rodent bone in vitro and in vivo. **Journal of Clinical Investigation**, v. 85, p. 632-639, 1990.
- HUSSEIN, A. S.; KRATZER F. H. Effect of Rancidity on the Feeding Value of Rice Bran for Chickens. **Poultry Science**, v. 61, p. 2450-2455, 1982.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2008. 1020 p.
- KRATZER, F. H.; EARL, L.; CHIARAVANONT, C. Factors influencing the feeding value of rice bran for chickens. **Poultry Science**, v. 53, p.1795-1800, 1974.

- LACERDA, D. B. C. L.; JÚNIOR, M. J. S.; BASSINELLO, P. Z. et al. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 521-530, out./dez. 2010.
- LEESON, S.; SUMMERS, J.D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.
- LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2431-2438, 2011.
- MUJAHID, A.; ASIF, M.; UL HAQ, I. et al. Nutrient digestibility of broiler feeds containing different levels of variously processed rice bran stored for different periods. **Poultry Science**, v. 8, p. 1438-1443, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.rev.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.
- OLIVEIRA, M. G. C.; BASSINELLO, P. Z.; LOBO, V. L. S. et al. Estabilidade e qualidade microbiológica de farelo de arroz submetido a diferentes tratamentos térmicos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 32, n. 4, p. 725-732, 2012.
- PESTANA, V. R.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. et al. Influência del procesado industrial sobre los características químico-físicas y contenido em lípidos y antioxidantes del salvado de arroz. **Grasas y Aceites**, v. 60, n. 2, p. 184-193, 2009.
- 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.
- RACANICCI, A.M.C.; MENTEN, J.F.M.; REGITANO-D'ARCE, M.A.B. et al. Oxidação lipídica do óleo de vísceras de aves reduz o seu conteúdo de energia metabolizável para frangos de corte na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 4, p. 919-923, 2004.
- RAMEZANZADEH, F.M.; R.M. RAO, M.; WINDHAUSER, W. et al. Prevention of oxidative rancidity in rice bran during storage. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 2997-3000, 1999.
- RATH, N. C.; HUFF, G. R.; HUFF, W. E. et al. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1024-1032, 2000.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.



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

SAMLI, H. E.; SENKOYLU, N.; AKYUREK, H. et al. Using rice bran in laying hen diets. **Journal Central European Agriculture**, v. 7, n. 1, p. 135-140, 2006.

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

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 e Agrotecnologia**, v. 27, n. 6, p. 1380-1387, 2003.

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v. 4, p. 265-270, 1995.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).

### **CAPÍTULO III**

#### **FARELO DE COCO SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

## RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar a estabilidade oxidativa do farelo de coco durante o armazenamento e os efeitos do seu uso na alimentação de codornas de corte. Para isso, um lote de 100 kg de farelo de coco foi armazenado durante o período de seis meses (FCA). Ao término desse período, foi adquirido um novo lote de 100 kg de farelo de coco (FCN) e, ambos, foram utilizados para formular as rações das codornas. Foram utilizadas 280 codornas de corte com sete dias de idade, de ambos os sexos, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos foram concebidos segundo um fatorial  $2 \times 2 + 1$ , em que foram avaliados os fatores armazenamento (armazenado e novo), nível de inclusão (12,5 e 25%) e um tratamento adicional (ração controle). O farelo de coco armazenado por seis meses apresentou maior efeito das reações de hidrólise, observado pelo aumento do índice de acidez. Independente do armazenamento, a inclusão do farelo de coco resultou em maiores valores de energia metabolizável da ração, redução no consumo e, como o ganho de peso não variou, melhorou a conversão alimentar em relação à ração controle. Embora tenha sido verificadas diferenças entre os tratamentos em alguns parâmetros, esses não foram suficientes para influenciar significativamente as características de carcaça, os pesos relativos do fígado e do pâncreas, bem como o crescimento e a qualidade óssea. Dessa forma, o farelo de coco armazenado por até seis meses, embora sofra processo de rancidez hidrolítica, pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte em níveis de até 25% de inclusão.

**Palavras-chave:** estabilidade lipídica, rancidez hidrolítica, rancidez oxidativa.

## ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the oxidative stability of coconut meal during storage and the effects of its use in feeding meat quails. For this, a batch of 100 kg of coconut meal was stored for a period of six months (SCB). At the end of that period, we acquired a new batch of 100 kg of coconut meal (NCB), and both were used to formulate the diets of quail. A total of 280 meat quails with seven days of age, of both sexes, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications and eight birds each. The treatments were designed in a factorial  $2 \times 2 + 1$ , which evaluated the factors storage (stored and new) and inclusion level (12.5 and 25%) and a control diet. The coconut meal stored for six months had a higher effect of hydrolysis reactions, observed by increasing the acidity index. Regardless of the storage, the inclusion of coconut meal resulted in higher metabolizable energy of the ration, reduced consumption and, as weight gain did not vary, improved feed conversion compared to the control diet. Although there have been no differences between treatments in some parameters, these were not sufficient to significantly influence carcass characteristics, the relative weights of the liver and pancreas and growth and bone quality. Thus, the SCB for up to six months, although undergoes hydrolytic rancidity process, can be used as feed for quail cutting at levels up to 25% inclusion.

**Keywords:** hydrolytic rancidity, lipid stability, oxidative rancidity.

## 1. INTRODUÇÃO

O aproveitamento de subprodutos da agroindústria regional inadequados à alimentação do homem é uma alternativa para melhorar a oferta de alimentos que possam reduzir os custos de produção sem afetar o desempenho das aves, principalmente em criatórios avícolas de pequeno e médio porte (LOPES et al., 2011). Nesse contexto, Freitas et al. (2011) relataram que no Nordeste brasileiro, entre os subprodutos gerados pelas agroindústrias regionais com potencialidade para uso na alimentação de aves, pode-se destacar o farelo de coco, subproduto da extração do óleo de coco por prensagem, que pode ser usado como fonte energética e proteica.

A composição química do farelo de coco é bastante variável, principalmente no seu teor de gordura, que depende do processo de extração do óleo, que é maior quando o farelo é obtido após a extração do óleo por prensagem em relação à extração por solvente (SILVA et al., 2008; MOORTHY e VISWANATHAN, 2009). A maior presença de gordura no farelo pode ser benéfica para a maior energia metabolizável desse alimento (SILVA et al., 2008; MOORTHY e VISWANATHAN, 2009), porém, o deixa propenso a desenvolver rancidez oxidativa (MOORTHY e VISWANATHAN, 2009; LOPES et al., 2011). Além da rancidez oxidativa, existe a possibilidade do surgimento de rancidez hidrolítica quando a armazenagem do farelo é feita de forma inadequada, com conseqüente favorecimento da contaminação microbiana (JÁCOME et al., 2002).

Avaliando os efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade do farelo de coco, Lopes et al. (2011) observaram aumento superior a 65% no índice de acidez do farelo de coco armazenado por 35 dias e aumento gradativo no índice de peróxido com o decorrer do tempo de armazenamento.

A rancificação pode ser um problema para o uso de alguns alimentos, visto que os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenóides dos alimentos (LEESON e SUMMERS, 2001). Nos casos em que essa destruição é mais severa, as aves podem apresentar sintomas de doenças carenciais, como encefalomalácia, diátese exsudativa, distrofia muscular e necrose dos tecidos em vários órgãos (CABEL et al., 1988). Além disso, na etapa final do processo de oxidação, são formados vários compostos que alteram o sabor dos alimentos influenciando no consumo de ração e têm efeitos tóxicos ao organismo (WANG et al., 1997).

Nesse contexto, o experimento foi realizado para avaliar a estabilidade oxidativa do farelo de coco novo e armazenado por seis meses e o efeito do uso desses ingredientes sobre o desempenho, as características de carcaça, o peso relativo do fígado e do pâncreas e a qualidade óssea da tíbia de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade.

## **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), no período de 28 de Fevereiro a 10 de Abril de 2012, totalizando um período de criação de 42 dias.

Para a condução do experimento foram utilizadas 280 codornas de corte com um dia de idade, de ambos os sexos. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos foram concebidos segundo um fatorial  $2 \times 2 + 1$ , em que foram avaliados os fatores armazenamento (armazenado e novo) e nível de inclusão (12,5 e 25%), tendo um tratamento adicional, sendo com uma ração controle.

Inicialmente, um lote de 100 kg de farelo de coco (FC) obtido pelo processo de extração mecânica do óleo, foi adquirido logo após o beneficiamento industrial. O farelo, acondicionado em saco de ráfia, foi estocado sobre o tablado de madeira, em local coberto, seco, bem ventilado e fora do alcance da luz, durante o período de seis meses. Ao término desse período, foi adquirido um novo lote de 100 kg de FC e ambos os farelos foram encaminhados para análise da estabilidade lipídica, através da determinação dos índices de acidez (% em ácido oleico) e de peróxido (meq/kg) dos farelos (ANFAR, 2005).

Independente dos resultados para oxidação lipídica, os farelos em estudo foram utilizados para composição das rações experimentais (Tabela 8), que foram calculadas para serem isoenergéticas e isonutritivas segundo as exigências nutricionais para codornas propostas no NRC (1994). Também foram considerados os valores de composição química e de energia metabolizável dos alimentos apresentados na Tabela 9. Para os demais ingredientes foram considerados os dados apresentados por Rostagno et al. (2011).

Tabela 8 – Composição das rações experimentais para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle <sup>1</sup>	FCN <sup>2</sup> (%)		FCA <sup>3</sup> (%)	
		12,5	25	12,5	25
Milho	52,10	43,80	29,84	41,94	29,84
FCN <sup>2</sup>	0,00	12,50	25,00	0,00	0,00
FCA <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	12,50	25,00
Farelo de soja (45%)	42,99	40,30	38,61	40,30	38,61
Calcário Calcítico	1,20	0,99	0,90	0,99	0,90
Óleo de soja	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato monobicálcico	0,94	0,98	1,00	0,98	1,00
Suplemento mineral e vitamínico <sup>4</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,44	0,43	0,42	0,43	0,42
DL-metionina	0,02	0,03	0,05	0,03	0,05
Inerte	0,00	0,53	3,70	0,53	3,70
L-lisina	0,00	0,04	0,08	0,04	0,08
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional calculado					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Proteína bruta (%)	23,80	23,81	23,81	23,81	23,81
Matéria Seca (%)	87,40	88,72	89,67	88,72	89,67
Extrato etéreo (%)	4,49	6,32	9,86	6,32	9,86
Fibra bruta (%)	3,45	4,95	6,42	4,95	6,42
Fibra detergente ácido (%)	5,35	7,69	9,92	7,69	9,92
Fibra detergente neutro (%)	12,08	17,86	23,11	17,86	23,11
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina total (%)	1,32	1,30	1,30	1,30	1,30
Metionina + cistina total (%)	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
Metionina total (%)	0,50	0,51	0,52	0,51	0,52
Treonina total (%)	0,93	0,92	0,90	0,92	0,90
Triptofano total (%)	0,30	0,30	0,29	0,30	0,29

<sup>1</sup>Controle = ração sem farelo de coco; <sup>2</sup>FCN = farelo de coco novo; <sup>3</sup>FCA = farelo de coco armazenado;

<sup>4</sup>Composição por kg do produto: ácido fólico - 138,00 mg; pantotenato de cálcio - 2.750,00 mg; antioxidante - 500,00 mg; biotina - 13,80 mg; cobalto - 25,00 mg; cobre - 2.500,00 mg; colina - 111.450,00 mg; Ferro - 6.250,00 mg; Iodo - 260,00 mg; manganês - 13.000,00 mg; metionina - 300,00 g; niacina - 6.875,00 mg; piridoxina - 550,00 mg; Colistina - 1750,00 mg; riboflavina - 1.375,00 mg; Selênio - 45,00 mg; tiamina - 550,00 mg; vit. A - 2.150.000,00 UI; Vit. B12 - 2.750,00 mg; vit. D3 - 555.000,00 UI; vit. E - 2.750,00 UI; vit. K - 400,00 mg; zinco - 11.100,00 mg; silicatos - 20.000,00 mg.

Tabela 9 – Composição química e energética dos principais ingredientes das rações experimentais

Constituintes <sup>1</sup>	Ingredientes		
	Milho <sup>2</sup>	Farelo de Soja <sup>2</sup>	Farelo de Coco <sup>3</sup>
Matéria seca (%)	87,48	88,75	96,17
Energia bruta (Kcal/Kg)	3.940	4.009	5.185
EMAn (kcal/kg)	3.381	2.254	3.681
Proteína Bruta (%)	7,88	45,22	24,13
Fibra bruta (%)	1,73	5,30	14,49
Fibra detergente ácido (%)	3,38	8,07	22,86
Fibra detergente neutro (%)	11,93	13,79	57,02
Extrato etéreo (%)	3,65	1,69	20,83
Matéria mineral (%)	1,27	5,83	3,93
Cálcio (%)	0,03	0,24	0,30
Fósforo (%)	0,25	0,56	0,25
Sódio (%)	0,02	0,02	0,07
Potássio (%)	0,29	1,83	1,36
Magnésio (%)	0,09	0,32	0,29
Lisina Total (%) <sup>4</sup>	0,23	2,79	0,63
Metionina total (%) <sup>4</sup>	0,16	0,60	0,27
Metionina + cistina total (%) <sup>4</sup>	0,33	1,28	0,57
Triptofano total (%) <sup>4</sup>	0,06	0,63	0,12
Treonina total (%) <sup>4</sup>	0,32	1,78	0,67

<sup>1</sup>Valores expressos na matéria natural; <sup>2</sup>Rostagno et al., 2011; <sup>3</sup>Silva et al. (2008); <sup>4</sup>Valores do farelo de coco calculados com base na composição da tabela da Embrapa (1991).

As codornas com um dia de idade foram pesadas e alojadas em um círculo de proteção, onde contaram com uma fonte de calor, bebedouros de pássaros adaptados e comedouros tipo bandeja, suficientes para o total de aves. No período de 1 a 7 dias de idade, as aves receberam a ração controle e foram manejadas conforme recomendações técnicas para o período.

No sétimo dia de idade, as aves foram novamente pesadas e distribuídas, de acordo com o peso, nos diferentes tratamentos, de modo a se obter parcelas com o mesmo peso médio, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves. Nessa fase, as aves de cada parcela foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (52cm x 26cm x 20cm), contendo comedouros do tipo calha e bebedouros de pássaros adaptados. Nessa idade, as aves foram vacinadas contra a doença de Newcastle, por via ocular.

Durante o período de criação, as aves receberam 24 horas de luz (natural + artificial). A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de



40W, distribuídas a uma altura de 2,40 m do piso, permitindo iluminação uniforme para todas as aves.

As variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas com termohigrômetro. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 8h e 16h. No final do período experimental, foram calculadas as médias das temperaturas máxima e mínima e a média da umidade relativa do ar.

Durante todo o período experimental, 7 a 42 dias de idade, as rações e a água foram fornecidas a vontade e os comedouros e bebedouros abastecidos duas vezes ao dia, às 8h e 16h. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g/g).

O consumo de ração foi calculado através da diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras no final do ensaio de cada unidade experimental. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos finais e iniciais das aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso de cada unidade experimental. Todas as variáveis foram corrigidas para mortalidade.

Para avaliar a digestibilidade dos nutrientes, procedeu-se a coleta total das excretas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007) no período de 14 a 17 dias de idade das aves. 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.

Durante o período, as excretas de cada unidade experimental foram coletadas duas vezes ao dia, no início da manhã (8h) e no final da tarde (16h), em bandejas cobertas com plástico, colocadas sob cada gaiola. Após as coletas, as excretas foram acondicionadas em recipientes adequados e levadas ao laboratório para pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas, sendo, em seguida, trituradas em moinho tipo faca com malhas de 1mm e colocadas em recipientes adequados.

As amostras das excretas e das rações foram encaminhadas para determinação do teor de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB) (SILVA e QUEIROZ, 2002). Com base nos resultados das análises, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDMS), do N (CDN) e da EB (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), duas aves de cada parcela, um macho e uma fêmea, foram selecionadas para abate e avaliação das características de carcaça. Foram selecionadas aves com o peso médio semelhante ao da parcela. Após jejum alimentar de 8 horas, as aves foram abatidas, depenadas e evisceradas. Em seguida, as duas coxas de cada ave foram retiradas e congeladas para posterior análise.

Após a pesagem do fígado e do pâncreas e a pesagem da carcaça sem o pescoço, os pés e as vísceras comestíveis, procederam-se os cortes. O rendimento de carcaça (%) e os pesos relativos (%) do fígado e pâncreas foram calculados em relação ao peso vivo das aves e os rendimentos (%) de peito e coxa + sobrecoxa (%) em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para a retirada da tíbia, após o descongelamento em geladeira, cada coxa, devidamente identificada, foi submetida ao cozimento em água fervente por 10 minutos. Em seguida foram retirados os tecidos envolventes do osso com o auxílio de bisturis. Com os ossos devidamente preparados foram avaliados o peso (mg), o comprimento (mm), o índice de Seedor (mg/mm), a resistência (kgf/cm<sup>2</sup>) e a deformidade.

Os ossos foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01g e o comprimento foi medido com auxílio de um paquímetro digital. O Índice de Seedor (SEEDOR, 1995) foi obtido dividindo-se o peso do osso (mg) pelo seu comprimento (mm). Essa medida é utilizada como indicativo da densidade óssea, sabendo que quanto maior o Índice de Seedor, maior a densidade da peça óssea e vice-versa.

As tíbias esquerdas foram levadas ao laboratório de Ciência e Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC, onde os parâmetros de resistência e deformidade óssea foram determinados no osso *in natura* com auxílio de uma prensa mecânica triaxial da marca Testop/Ronald top com capacidade de 150 kg.

Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira apoiados em suas extremidades e depois aplicada uma força de compressão exercida por um pistão no centro de cada osso. A velocidade de descida do pistão foi de 1,23 mm/min. A quantidade máxima de força aplicada no osso até sua ruptura foi considerada a resistência à quebra (kgf/cm<sup>2</sup>), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade do osso (mm) foi medida registrando-se, em extensômetro analógico, a flexão de cada osso em relação a sua posição horizontal, até antes da sua ruptura pela ação da força aplicada.

As tíbias direitas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC para realização da pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Depois foram trituradas em moinho tipo bola, colocadas em

recipientes adequados e encaminhados para determinação de matéria seca e matéria mineral (SILVA e QUEIROZ, 2002).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio do Statistical Analysis System (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar o efeito dos tratamentos e testar o fatorial. O teste de Dunnett a 5% de probabilidade foi utilizado para se comparar o tratamento controle em relação a cada um dos demais tratamentos e o teste T a 5% de probabilidade foi utilizado para se comparar os fatores avaliados, armazenamento e nível de inclusão.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na avaliação da oxidação lipídica do farelo de coco, os índices de acidez obtidos, respectivamente para o farelo de coco novo (FCN) e para o farelo de coco armazenado (FCA) foram de 0,47 e 3,03% em ácido oleico; e o índice de peróxido obtido foi de 0,0 meq/kg para os dois farelos avaliados.

A acidez (0,47% em ácido oleico) observada no FCN ao chegar à fábrica de ração e o aumento de quase 545% no índice de acidez do FCA podem ser explicados com base na concentração de ácidos graxos livres provenientes da lipólise provocada por micro-organismos na copra e/ou no farelo de coco durante o armazenamento. A remoção da água logo após a abertura do coco na indústria de processamento e o armazenamento da copra ou do farelo de coco de forma adequada são fatores que podem reduzir o desenvolvimento de micro-organismos e, conseqüentemente, diminuir o nível de acidez ocasionada pelo conteúdo em ácidos graxos livres (MOORTHY e VISWANATHAN, 2009; LOPES et al., 2011).

O aumento no índice de acidez durante o armazenamento do farelo de coco também foi relatado por Lopes et al. (2011) que constataram o aumento de mais de 65% no índice de acidez do FC armazenado por 35 dias.

Em relação ao baixo índice de peróxido apresentado pelo FC, provavelmente se deve a composição de gordura do FC que apresenta alto percentual de ácidos graxos saturados, principalmente o ácido láurico (44 a 51%) e da pequena proporção de ácidos insaturados. Entretanto, Lopes et al. (2011) relataram indícios de peroxidação (1,372 meq/kg) no FC quando chegou à fábrica de ração e aumento gradativo no índice de peróxido (3,222 meq/kg) com o decorrer no tempo de armazenamento.

Durante o experimento as médias da temperatura, máxima e mínima, registradas no galpão foram de 32,12°C e 29,73°C, respectivamente. Para umidade relativa do ar, o valor médio foi de 78%.

Conforme os resultados para os coeficientes de digestibilidade e valores da energia metabolizável das rações experimentais (Tabela 10) houve diferenças significativas entre os tratamentos apenas para os valores de energia metabolizável.

Na comparação das médias pelo teste de Dunnet (5%), observou-se que a ração controle apresentou energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) significativamente menores que os das rações contendo farelo de coco (FC).

Tabela 10 - Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo de coco novo ou armazenado

Tratamentos	CDMS <sup>1</sup> (%)	CDN <sup>2</sup> (%)	CDEB <sup>3</sup> (%)	EMA <sup>4</sup> (kcal/kg MS)	EMAn <sup>5</sup> (kcal/kg MS)
Controle <sup>6</sup>	68,55	55,15	73,82	3.374	3.281
12,5% FCA <sup>7</sup>	68,36	54,53	74,38	3.639*	3.524*
25% FCA <sup>7</sup>	65,84	54,28	73,62	3.671*	3.546*
12,5% FCN <sup>8</sup>	68,50	53,62	74,40	3.692*	3.578*
25% FCN <sup>8</sup>	65,71	52,64	73,11	3.721*	3.617*
Média	67,36	54,03	73,87	3.619	3.509
CV <sup>9</sup> (%)	5,61	5,64	2,23	2,20	2,08
Nível					
12,5%	68,19 a	54,00 a	74,39 a	3.666 a	3.551 a
25%	65,78 a	53,46 a	73,36 a	3.696 a	3.582 a
Alimento					
FCA	67,10 a	54,45 a	74,00 a	3.707 a	3.535 b
FCN	66,76 a	52,93 a	73,76 a	3.655 a	3.598 a
<i>p</i> -valor					
Tratamento	0,3989	0,6101	0,5522	0,0001	0,0001
Nível	0,0998	0,6282	0,0874	0,3013	0,2561
Alimento	0,8087	0,1793	0,6756	0,0815	0,0268
Nível x Alimento	1,0000	1,0000	0,6509	0,9567	0,7453

<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>Controle = sem farelo de coco; <sup>7</sup>FCA = Farelo de coco armazenado; <sup>8</sup>FCN = Farelo de coco novo; <sup>9</sup>CV = Coeficiente de variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ ). Na coluna, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t.

Quando se avaliou o efeito do nível de inclusão e do tipo de FC, observou-se que não houve interação significativa desses fatores para os coeficientes de digestibilidade e para os valores de energia metabolizável. Também se observou que, independente do nível de

inclusão, houve aumento nos valores de EMAN das rações contendo FCN em relação aos determinados para as rações contendo FCA.

O aumento nos valores de energia metabolizável registrado em relação à ração controle pode ser atribuído ao aumento da quantidade de gordura nas rações com a inclusão do farelo de coco. Freitas et al. (2006) relataram que as pesquisas têm demonstrado benefícios do aumento da gordura na ração de aves relacionado ao efeito extracalórico das gorduras, que consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração, e ao efeito extrametabólico das gorduras, que resulta em melhoria da eficiência energética, decorrente do aumento da energia líquida da ração, em razão do menor incremento calórico das gorduras.

Esses resultados corroboram os obtidos por Lima et al. (2007). Segundo os autores, os valores de EMA e EMAN das rações de poedeiras com 10, 15 e 20% de farelo de coco foram significativamente superiores ao da ração controle (sem farelo de coco).

A lipoperoxidação, em decorrência da destruição dos ácidos graxos, diminui o valor de energia metabolizável do alimento (ENGBERG et al., 1996). Dessa forma a diferença de aproximadamente 63 kcal EMAN/kg de MS da ração verificada entre as rações contendo FCN e as contendo FCA poderia ser resultante dos efeitos dos processos de hidrólise durante o armazenamento, conforme demonstrado pelo aumento do índice de acidez. Entretanto, considerando que os valores de EMA não diferiram significativamente, é mais provável que a diferença na EMAN tenha ocorrido devido a uma diferença na retenção de nitrogênio, haja visto que a diferença entre a EMA e EMAN para ração contendo FCA ou FCN foi de 172 e 57 kcal/kg de MS, respectivamente.

Conforme os resultados para os valores de desempenho (Tabela 9) houve diferenças significativas entre os tratamentos para o consumo e conversão alimentar.

Na comparação das médias pelo teste de Dunnet (5%), observou-se que as aves alimentadas com a ração controle apresentaram maior consumo de ração e, como o ganho de peso não diferiu significativamente, houve prejuízo na conversão alimentar em relação a obtida para as aves alimentadas com as rações contendo FC.

Tabela 11 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de coco novo e armazenado na ração

Tratamentos	Consumo (g/ave)	Ganho de Peso (g/ave)	Conversão Alimentar
Controle <sup>1</sup>	746,03	214,77	3,48
12,5% FCA <sup>2</sup>	612,84*	216,32	2,83*
25% FCA <sup>2</sup>	615,76*	201,90	3,06*
12,5% FCN <sup>3</sup>	625,68*	210,59	2,97*
25% FCN <sup>3</sup>	627,12*	201,61	3,11*
Média	645,49	209,04	3,09
CV <sup>4</sup> (%)	4,66	5,85	5,54
Nível			
12,5%	619,26 a	213,45 a	2,90 b
25%	621,44 a	201,75 b	3,09 a
Alimento			
FCA <sup>2</sup>	614,30 a	209,11 a	2,95 a
FCN <sup>3</sup>	626,40 a	206,10 a	3,04 a
<i>p</i> -valor			
Tratamento	0,0001	0,0848	0,0001
Nível	0,8454	0,0154	0,0089
Alimento	0,2853	0,5086	0,1599
Nível x Alimento	0,9471	0,5497	0,4922

<sup>1</sup>Controle = sem farelo de coco; <sup>2</sup>FCA = Farelo de coco armazenado; <sup>3</sup>FCN = Farelo de coco novo; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação. \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnet ( $p < 0,05$ ). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste t.

Quando se avaliou o efeito de nível de inclusão e do tipo de FC, observou-se que não houve interação significativa desses fatores para as variáveis de desempenho avaliadas. Também se observou que, independente do tipo de FC, o consumo de ração não foi influenciado pelo nível ou pelo tipo de FC da ração, mas houve redução no ganho de peso e prejuízo na conversão alimentar com o aumento de 12,5 para 25% de inclusão do FC na ração.

Segundo Leeson e Summers (2001), o consumo voluntário de alimento pelas aves é regulado, dentro de certos limites, pela ingestão de energia. Portanto, a redução da ingestão de alimentos pelas codornas alimentadas com as rações contendo FC em relação as alimentadas com a ração controle pode ser associada a tentativa das aves em regular a ingestão de energia. Por outro lado, a pequena diferença de EMAn entre as rações contendo FCA e FCN não foi suficiente para influenciar no consumo.

Considerando que o ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento dos nutrientes da ração pelas aves e que as aves alimentadas com FC apresentaram menor consumo de ração em relação ao controle, o fato da inclusão do farelo de coco não ter resultado em menor ganho de peso pode ser associado aos benefícios da maior presença de

gordura nessas rações. Porém, a redução no ganho de peso com aumento de 12,5 para 25% de inclusão do FC pode estar relacionada ao aumento da fração fibrosa nas rações. Segundo Mateos et al. (2012), o aumento da fibra dietética na ração em níveis elevados pode reduzir os efeitos benéficos da adição de gordura na ração, reduzindo a taxa de crescimento.

Por sua vez, como a conversão alimentar é obtida a partir da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, a diferença significativa para essa variável é reflexo dos resultados obtidos para o consumo de ração e para o ganho de peso das aves.

Assim, a menor ingestão de ração pelas aves alimentadas com rações contendo FC e a ausência de variação no ganho de peso entre os tratamentos refletiram em melhores valores de conversão alimentar para as aves que receberam rações com a inclusão de FC. Por outro lado, como o consumo não variou significativamente e houve redução no ganho de peso, as aves alimentadas com 25% de FC apresentaram pior resultado para conversão alimentar em relação às aquelas alimentadas com 12,5%.

Os resultados obtidos com a inclusão do FC na ração das codornas se assemelham a alguns relatados na literatura para frangos de corte. Vasconcelos e Brandão (1995) e Jácome et al. (2002) não observaram efeito significativo da inclusão desse subproduto sobre o desempenho de frangos de corte. Entretanto, Sundu et al. (2006) verificaram pior desempenho com rações contendo FC acima de 10% de inclusão. Bastos et al. (2007) verificaram que houve redução linear no consumo de ração e no ganho de peso dos frangos e piora na conversão alimentar com a adição do FC, sendo possível obter desempenho semelhante ao obtido com o controle com adição de 5% de farelo na ração inicial e até 17,5% na ração final. Por sua vez, Freitas et al. (2011) observaram que, embora a inclusão do FC tenha promovido redução no consumo de ração e no ganho de peso e prejuízo na conversão alimentar na fase inicial de frangos de corte, foi viável substituir até 20% da proteína da soja na ração, através da inclusão de 10,88% de FC na ração inicial e 9% de FC na ração final, pois o desempenho obtido com esse percentual de substituição foi semelhante ao observado para o grupo controle no período total de criação (1 a 42 dias de idade).

As variáveis de características de carcaça e os pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte não foram influenciados significativamente ( $P > 0,05$ ) pelos diferentes tratamentos avaliados (Tabela 12).

Tabela 12 – Características de carcaça de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de coco novo e armazenado na ração

Tratamentos	Carcaça (%)	Coxa+Sobrecoxa (%)	Peito (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)
Controle <sup>1</sup>	66,98	25,10	41,05	1,87	0,26
12,5% FCA <sup>2</sup>	69,74	25,69	41,18	1,62	0,24
25% FCA <sup>2</sup>	67,61	25,44	41,18	1,71	0,27
12,5% FCN <sup>3</sup>	68,26	25,30	42,82	1,69	0,28
25% FCN <sup>3</sup>	67,10	25,09	41,87	1,77	0,25
Média	67,94	25,32	41,62	1,73	0,26
CV <sup>4</sup> (%)	4,80	4,45	5,56	21,26	27,59
<i>p</i> -valor					
Tratamento	0,1684	0,6090	0,2257	0,5009	0,7110
Nível	0,0824	0,4540	0,4548	0,3912	0,9520
Alimento	0,2895	0,2305	0,0727	0,4834	0,5344
Nível x Alimento	0,6049	0,9400	0,4642	0,9559	0,1580

<sup>1</sup>Controle = sem farelo de coco; <sup>2</sup>FCA = Farelo de coco armazenado; <sup>3</sup>FCN = Farelo de coco novo; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação.

Sobre o efeito da inclusão de um alimento na ração nas características de carcaça, Freitas et al. (2006), relataram que se o valor nutricional do alimento foi bem avaliado, é pouco provável que as características da carcaça sejam influenciadas pela inclusão desse alimento em rações isonutrientes. Entretanto, se o valor de energia metabolizável de um alimento for subestimado a sua inclusão na ração pode ocasionar mudanças na relação energia: proteína da ração e, assim, proporcionar modificações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes da carcaça. Nesse contexto, pode-se inferir que o aumento da energia metabolizável da ração com a adição do farelo de coco não foi suficiente para modificar a relação energia:proteína das rações, ao ponto de promover mudanças significativas nas características da carcaça das codornas.

Por outro lado, dependendo da fonte e do nível, alterações no conteúdo de fibra da ração podem aumentar o comprimento intestinal e o peso dos órgãos do trato digestório e, infelizmente, estas alterações podem dar origem a uma redução no rendimento da carcaça (MATEOS et al., 2012). Assim, embora tenha ocorrido aumento do conteúdo de fibra na ração com a inclusão do FC isso não teve influências nas características de carcaça e no peso relativo do fígado e do pâncreas.

Alguns relatos da literatura (LEESON e SUMMERS, 2001) indicaram que o alto nível de peróxidos na gordura hepática e a presença de muitos compostos tóxicos formados durante a oxidação podem provocar danos às células epiteliais do fígado. Além disso, mudanças severas na composição normal de ácidos graxos do fígado causam transtornos no



metabolismo dos lipídeos que resultam em alterações no tamanho deste órgão (BONDI, 1988). Assim, a ausência de variação no peso relativo do fígado das aves alimentadas com rações contendo FCA pode ser atribuída à baixa peroxidação lipídica, conforme determinada pelo índice de peróxido.

Os efeitos observados para as características de carcaça se assemelham aos relatados por Jácome et al. (2002), Bastos et al. (2007) e Freitas et al. (2011), onde esses pesquisadores não observaram efeitos significativos da inclusão do farelo de coco nas rações sobre as características de carcaça de frangos de corte.

Na análise dos dados dos parâmetros ósseos (Tabela 13) observou-se que os tratamentos não influenciaram significativamente ( $P>0,05$ ) o comprimento, o peso, o índice de Seedor, a deformidade e a resistência da tíbia, bem como a quantidade de matéria seca e cinzas nos ossos.

Tabela 13 - Parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de coco novo e armazenado na ração

Tratamentos	CT <sup>1</sup> (mm)	PT <sup>2</sup> (g)	IST <sup>3</sup> (mg/mm)	MST <sup>4</sup> (%)	CZT <sup>5</sup> (%)	DfT <sup>6</sup> (mm)	RT <sup>7</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )
Controle <sup>8</sup>	58,89	1,02	17,33	70,91	46,94	1,72	2,28
12,5% FCA <sup>9</sup>	58,42	1,10	18,83	66,96	46,10	1,77	2,47
25% FCA <sup>9</sup>	57,95	1,03	17,83	67,83	45,90	1,71	2,14
12,5% FCN <sup>10</sup>	57,66	1,02	17,65	66,84	46,33	1,67	2,04
25% FCN <sup>10</sup>	57,66	1,00	17,42	67,34	46,85	1,66	2,08
Média	58,07	1,04	17,81	67,92	46,41	1,70	2,20
CV <sup>11</sup> (%)	3,98	12,74	11,65	6,14	6,49	22,67	23,13
<i>p</i> -valor							
Tratamento	0,5669	0,3535	0,3742	0,1058	0,8753	0,9495	0,1933
Nível	0,7695	0,2778	0,3043	0,5533	0,8403	0,7490	0,2413
Alimento	0,3478	0,1461	0,1948	0,7848	0,4433	0,4677	0,0568
Nível x Alimento	0,6268	0,4399	0,5146	0,8717	0,6542	0,7892	0,1240

<sup>1</sup>CT = Comprimento da tíbia; <sup>2</sup>PT = Peso da tíbia; <sup>3</sup>IST = Índice de Seedor da tíbia; <sup>4</sup>MST = Matéria seca da tíbia; <sup>5</sup>CZT = Cinzas da tíbia (expresso na matéria seca); <sup>6</sup>DfT = Deformidade da tíbia; <sup>7</sup>RT = Resistência da tíbia; <sup>8</sup>Controle = sem farelo de coco; <sup>9</sup>FCA = Farelo de coco armazenado; <sup>10</sup>FCN = Farelo de coco novo; <sup>11</sup>CV = Coeficiente de variação.

O menor aproveitamento mineral, principalmente de cálcio e fósforo, pode ocasionar problemas no crescimento e na qualidade do tecido ósseo das aves (RATH et al., 2000). Por sua vez, os polissacarídeos não amiláceos (PNAs) presentes em alimentos fibrosos estão intrinsecamente relacionados à má absorção mineral no intestino delgado (CAMIRUAGA et al., 2001), enquanto, a presença de radicais livres, encontrados em gorduras peroxidadas, pode aumentar a atividade osteolítica de osteoclastos, o que promove a

destruição dos cristais ósseos (GARRET et al., 1990). Nesse contexto, os resultados obtidos na presente pesquisa evidenciam que esses possíveis efeitos não se traduziram em problemas no crescimento e na qualidade dos ossos das codornas.

#### **4. CONCLUSÃO**

O farelo de coco com até seis meses de armazenamento, embora sofra processo de rancidez hidrolítica, pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade em níveis de até 25% de inclusão.

## REFERÊNCIAS

- ANFAR. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal – Métodos Analíticos**, 204p, 2005.
- BASTOS, S. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R. et al. Efeito da inclusão do farelo de coco em rações para frangos de corte. **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.3, p.297-303, 2007.
- BONDI, A.A. **Animal nutrition**. Zaragoza: Acribia, 1988. 546p.
- CABEL, M. C.; WALDROUP, W.; SHERMER, W. D. et al. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poultry Science**, v.67, n.12, p.1725-1730, 1988.
- CAMIRUAGA, M.; GARCIA, F.; ELERA, R. et al. Productive response of broiler chickens to exogenous enzyme combinations added to diets based on corn or triticale. **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 28, n. 1, p. 23-26, 2001.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. Ed. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1991. 97 p.
- ENGBERG, R. M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S. K. et al. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on oxidative status of broilers. **Poultry Science**, v.75, n.8, p.1003-1011, 1996.
- FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; JÚNIOR, A. S. et al. Farelo da castanha de caju em rações para frango de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 6, p. 1001-1006, 2006.
- FREITAS, E. R.; LIMA, R. C.; SILVA, R. B. et al. Substituição do farelo de soja pelo farelo de coco em rações contendo farelo da castanha de caju para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1006-1013, 2011.
- GARRETT, R. I.; BOYCE, B. F.; OREFFO, R. O. C et al. Oxygen-derived free radicals stimulate osteoclastic bone resorption in rodent bone in vitro and in vivo. **Journal of Clinical Investigation**, v. 85, p. 632-639, 1990.
- JÁCOME, I. M. T. D.; SILVA, L. P. G.; GUIM, A. et al. Efeitos da inclusão do farelo de coco nas rações de frangos de corte sobre o desempenho e rendimento da carcaça. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.24, n.4, p.1015-1019, 2002.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Guelph: University Books, 2001. 591p.

- LIMA, R. C.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R.; et al. Farelo de coco na ração de poedeiras comerciais: digestibilidade dos nutrientes, desempenho e qualidade dos ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 5, p. 1340-1346, 2007.
- LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R. et al. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com rações contendo farelo de coco tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 11, p. 2431-2438, 2011.
- MATEOS, G. G.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; SERRANO, M. P. et al. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 156 – 174, 2012.
- MOORTHY, M.; VISWANATHAN, K. Nutritive value of extracted coconut (*cocos nucifera*) meal. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 5, n. 4, p. 515-517, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.rev.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.
- RATH, N. C.; HUFF, G. R.; HUFF, W. E. et al. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1024-1032, 2000.
- ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal, SP: FUNEP, 2007. 283p.
- SEEDOR, J. G. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v. 4, p. 265-270, 1995.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.
- SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F. et al. Composição química e valores de energia metabolizável subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 30, n. 3, p. 269-275, 2008.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).
- SUNDU, B.; KUMAR, A.; DINGLE, J. Response of broiler fed increasing levels of copra meal and enzymes. **International Journal of Poultry Science**, v. 5, n. 1, p. 13-18, 2006.
- VASCONCELOS, R. Q.; BRANDÃO, J. S. Efeito de níveis de farelo de coco na dieta inicial sobre o desempenho de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 24, n. 3, p. 391-400, 1995.

WANG, S. Y.; BOTTJE, W.; MAYNARD, P. et al. Effects of Santoquim® and oxidized fat on liver and intestinal glutathione in broilers. **Poultry Science**, v. 76, p. 961-967, 1997.

## **CAPÍTULO IV**

### **FARELO DE CASTANHA DE CAJU SUBMETIDO A ARMAZENAMENTO PROLONGADO NA ALIMENTAÇÃO DE CODORNAS DE CORTE**

## RESUMO

O experimento foi realizado para avaliar a estabilidade oxidativa do farelo de castanha de caju durante o armazenamento e os efeitos do uso desse ingrediente na alimentação de codornas de corte. Para isso, um lote de 100 kg de farelo de castanha de caju foi armazenado durante o período de seis meses (FCCA). Ao término desse período, foi adquirido um novo lote de 100 kg do farelo de castanha de caju (FCCN) e, ambos, foram utilizados para formular as rações das codornas. Foram utilizadas 280 codornas de corte com sete dias de idade, de ambos os sexos, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições de oito aves. Os tratamentos foram concebidos segundo um fatorial  $2 \times 2 + 1$ , em que foram avaliados os fatores armazenamento (armazenado e novo), nível de inclusão (12,5 e 25%) e um tratamento adicional (ração controle). O farelo de castanha de caju armazenado por seis meses apresentou maior efeito das reações de hidrólise, observado pelo aumento do índice de acidez. Independente do armazenamento, a inclusão do farelo de castanha de caju resultou em maior valor de energia metabolizável da ração, redução no consumo e, como o ganho de peso não variou, melhorou a conversão alimentar em relação à ração controle. Embora tenha sido verificadas diferenças entre os tratamentos em alguns parâmetros, esses não foram suficientes para influenciar significativamente as características da carcaça, o peso relativo do fígado e do pâncreas, bem como o crescimento e a qualidade óssea. Dessa forma, o farelo de castanha de caju armazenado por até seis meses, embora sofra processo de rancidez hidrolítica, pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte em níveis de até 25% de inclusão.

**Palavras-chave:** coturnix coturnix coturnix, estabilidade oxidativa, rancidez.

## ABSTRACT

The experiment was conducted to evaluate the oxidative stability of cashew nut meal during storage and the effects of its use in the feeding of meat quails. For this, a batch of 100 kg of cashew nut meal was stored for a period of six months (SCNB). At the end of that period, we acquired a new batch of 100 kg of cashew nut meal (NCNB) and both were used to formulate the diets of quail. A total of 280 meat quails with seven days of age, of both sexes, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications of eight birds. The treatments were designed in a factorial  $2 \times 2 + 1$ , which evaluated the factors storage (stored and new) and inclusion level (12.5 and 25%) and a control diet. The cashew nut bran stored for six months had a higher effect of hydrolysis reactions, observed by increasing the acidity index. Regardless of the storage, the inclusion of bran cashew resulted in higher metabolizable energy value of the diet, reduced consumption and, as weight gain did not vary, improved feed conversion compared to the control diet. Although there have been no differences between treatments in some parameters, these were not sufficient to significantly influence carcass characteristics, the relative weight of the liver and pancreas and growth and bone quality. Thus, the SCNB for up to six months, although undergoes hydrolytic rancidity process, can be used as feed for quail cutting at levels up to 25% inclusion.

**Keywords:** coturnix coturnix coturnix, oxidative stability, rancidity.



## 1. INTRODUÇÃO

O grão de milho e o farelo de soja, juntos, chegam a representar até 96% das rações para codornas de corte. Como a oferta e, conseqüentemente, o preço desses ingredientes sofrem oscilações durante o ano, o meio técnico e científico tem buscado alternativas alimentares para indústria avícola que possam diminuir os custos sem comprometer o desempenho das aves.

No Nordeste, principalmente no Ceará, entre os alimentos alternativos, destaca-se o farelo da castanha de caju (FCC), subproduto oriundo do beneficiamento da castanha de caju.

Segundo Freitas et al. (2006), o FCC possui elevados teores de extrato etéreo, o que torna promissor o seu uso em rações como fonte energética. Porém, por sua riqueza em lipídeos, constituídos na maior parte por ácidos graxos insaturados, o FCC está propenso a desenvolver rancidez oxidativa. Além da rancidez oxidativa, existe a possibilidade do surgimento de rancidez hidrolítica quando a armazenagem do farelo é feita de forma inadequada.

A rancificação pode ser um problema para o uso de alguns alimentos, visto que os radicais livres originados durante o processo oxidativo se propagam destruindo os ácidos graxos essenciais, as proteínas, as vitaminas lipossolúveis e os carotenoides dos alimentos (LEESON e SUMMERS, 2001). Nos casos em que essa destruição é mais severa, as aves podem apresentar sintomas de doenças carenciais, como encefalomalácia, diátese exsudativa, distrofia muscular e necrose dos tecidos em vários órgãos (CABEL et al., 1988). Além disso, na etapa final do processo de oxidação, são formados vários compostos que alteram o sabor dos alimentos influenciando no consumo de ração e têm efeitos tóxicos ao organismo (WANG et al., 1997).

Avaliando os efeitos do tempo de armazenamento sobre a qualidade do FCC, Lopes et al. (2009) observaram que o índice de acidez do FCC armazenado por 35 dias não variou e que o índice de peróxidos aumentou gradativamente no decorrer do tempo de armazenamento, de 0,92 no dia zero para 2,255 meq/kg após 35 dias de armazenamento. De acordo com os pesquisadores, a inclusão do FCC oxidado, em nível de 15%, na ração de frangos de corte não teve efeito significativo sobre o desempenho e as características de carcaça dos frangos, entretanto aumentou o teor de gordura hepática, sendo esse efeito associado aos danos causados pela presença de peróxidos na ração.

Nesse contexto, o experimento foi realizado para avaliar a estabilidade oxidativa do farelo de castanha de caju novo ou armazenado por seis meses e analisar o efeito do uso desses ingredientes sobre o desempenho, as características de carcaça, o peso relativo do fígado e do pâncreas e a qualidade óssea da tíbia de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade.

## **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), no período de 28 de fevereiro a 10 de abril de 2012, totalizando um período de criação de 42 dias.

Para a condução do experimento foram utilizadas 280 codornas de corte com sete dias de idade, de ambos os sexos. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sete repetições e oito aves por unidade experimental. Os tratamentos foram concebidos segundo um fatorial  $2 \times 2 + 1$ , em que foram avaliados os fatores armazenamento (armazenado e novo) e nível de inclusão (12,5 e 25%), tendo um tratamento adicional, sendo com uma ração controle.

Inicialmente, foi adquirido um lote de 100 kg de farelo de castanha de caju (FCC) logo após o beneficiamento industrial. O farelo, acondicionado em saco de ráfia, foi estocado sobre o tablado de madeira, em local coberto, seco, bem ventilado e fora do alcance da luz, durante o período de seis meses. Ao término desse período, foi adquirido um novo lote de 100 kg de FCC e ambos os farelos foram encaminhados para análise da estabilidade lipídica, através da determinação dos índices de acidez (% em ácido oleico) e de peróxidos (meq/kg) dos farelos (ANFAR, 2005).

Independente dos resultados para oxidação lipídica, os farelos em estudo foram utilizados para composição das rações experimentais (Tabela 14), que foram calculadas para serem isoenergéticas e isonutritivas segundo as exigências nutricionais para codornas propostas no NRC (1994). Também foram considerados os valores de composição química e de energia metabolizável dos alimentos apresentados na Tabela 15. Para os demais ingredientes foram considerados os dados apresentados por Rostagno et al. (2011).

Tabela 14 – Composição das rações experimentais para codornas de corte de 7 a 42 dias de idade

Ingredientes (kg)	Controle <sup>1</sup>	FCCN <sup>2</sup> (%)		FCCA <sup>3</sup> (%)	
		12,5	25	12,5	25
Milho	52,10	41,45	25,14	41,45	25,14
FCCN <sup>2</sup>	0,00	12,50	25,00	0,00	0,00
FCCA <sup>3</sup>	0,00	0,00	0,00	12,50	25,00
Farelo de soja (45%)	42,99	39,00	36,05	39,00	36,05
Calcário Calcítico	1,20	0,88	0,70	0,88	0,70
Óleo de soja	1,91	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato monobicálcico	0,94	1,03	1,08	1,03	1,08
Suplemento mineral e vitamínico <sup>4</sup>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Sal comum	0,44	0,43	0,43	0,43	0,43
DL-metionina	0,02	0,06	0,10	0,06	0,10
Inerte	0,00	4,23	11,07	4,23	11,07
L-lisina	0,00	0,02	0,03	0,02	0,03
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Nível nutricional calculado					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.900	2,890	2,890	2,890	2,890
Proteína bruta (%)	23,80	23,80	23,80	23,80	23,80
Matéria Seca (%)	87,40	89,33	90,88	89,33	90,88
Extrato etéreo (%)	4,49	7,71	12,64	7,71	12,64
Fibra bruta (%)	3,45	3,03	2,57	3,03	2,57
Fibra detergente ácido (%)	5,35	7,19	8,92	7,19	8,92
Fibra detergente neutro (%)	12,08	13,68	14,76	13,68	14,76
Cálcio (%)	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Fósforo disponível (%)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Sódio (%)	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Lisina total (%)	1,32	1,31	1,30	1,31	1,30
Metionina + cistina total (%)	0,87	0,88	0,87	0,88	0,87
Metionina total (%)	0,50	0,54	0,57	0,54	0,57
Treonina total (%)	0,93	0,92	0,91	0,92	0,91
Triptofano total (%)	0,30	0,30	0,31	0,30	0,31

<sup>1</sup>Controle = ração sem farelo de castanha de caju; <sup>2</sup>FCCN = farelo de castanha de caju novo; <sup>3</sup>FCCA = farelo de castanha de caju armazenado; <sup>4</sup>Composição por kg do produto: ácido fólico - 138,00 mg; pantotenato de cálcio - 2.750,00 mg; antioxidante - 500,00 mg; biotina - 13,80 mg; cobalto - 25,00 mg; cobre - 2.500,00 mg; colina - 111.450,00 mg; Ferro - 6.250,00 mg; Iodo - 260,00 mg; manganês - 13.000,00 mg; metionina - 300,00 g; niacina - 6.875,00 mg; piridoxina - 550,00 mg; Colistina - 1750,00 mg; riboflavina - 1.375,00 mg; Selênio - 45,00 mg; tiamina - 550,00 mg; vit. A - 2.150.000,00 UI; Vit. B12 - 2.750,00 mg; vit. D3 - 555.000,00 UI; vit. E - 2.750,00 UI; vit. K - 400,00 mg; zinco - 11.100,00 mg; silicatos - 20.000,00 mg.

Tabela 15 – Composição química e energética dos principais ingredientes das rações experimentais

Constituintes <sup>1</sup>	Ingredientes		
	Milho <sup>2</sup>	Farelo de Soja <sup>2</sup>	Farelo de Castanha de Caju <sup>3</sup>
Matéria seca (%)	87,48	88,75	94,74
Energia bruta (Kcal/Kg)	3.940	4.009	6.075
EMAn (kcal/kg)	3.381	2.254	4.437
Proteína Bruta (%)	7,88	45,22	21,21
Fibra bruta (%)	1,73	5,30	6,72
Fibra detergente ácido (%)	3,38	8,07	20,34
Fibra detergente neutro (%)	11,93	13,79	27,25
Extrato etéreo (%)	3,65	1,69	44,54
Matéria mineral (%)	1,27	5,83	3,18
Cálcio (%)	0,03	0,24	0,57
Fósforo (%)	0,25	0,56	0,24
Sódio (%)	0,02	0,02	0,06
Potássio (%)	0,29	1,83	0,76
Magnésio (%)	0,09	0,32	0,25
Lisina Total (%) <sup>4</sup>	0,23	2,79	0,88
Metionina total (%) <sup>4</sup>	0,16	0,60	0,31
Metionina + cistina total (%) <sup>4</sup>	0,33	1,28	0,43
Triptofano total (%) <sup>4</sup>	0,06	0,63	0,27
Treonina total (%) <sup>4</sup>	0,32	1,78	0,75

<sup>1</sup>Valores expressos na matéria natural; <sup>2</sup>Rostagno et al., 2011; <sup>3</sup>Silva et al. (2008); <sup>4</sup>Valores do farelo de castanha de caju calculados com base na composição da tabela da Embrapa (1991).

As codornas com um dia de idade foram pesadas e alojadas em um círculo de proteção, onde contaram com uma fonte de calor, bebedouros de pássaros adaptados e comedouros tipo bandeja, suficientes para o total de aves. No período de 1 a 7 dias de idade, as aves receberam a ração controle e foram manejadas conforme recomendações técnicas para o período.

No sétimo dia de idade, as aves foram novamente pesadas e distribuídas, de acordo com o peso, nos diferentes tratamentos, de modo a se obter parcelas com o mesmo peso médio, conforme as recomendações propostas por Sakomura e Rostagno (2007) para a montagem de ensaios com aves. Nessa fase, as aves de cada parcela foram alojadas em gaiolas de arame galvanizado (52cm x 26cm x 20cm), contendo comedouros do tipo calha e bebedouros de pássaros adaptados. Nessa idade, as aves foram vacinadas contra a doença de Newcastle, por via ocular.

Durante o período de criação, as aves receberam 24 horas de luz (natural + artificial). A iluminação artificial do galpão foi realizada com lâmpadas fluorescentes de

40W, distribuídas a uma altura de 2,40 m do piso, permitindo iluminação uniforme para todas as aves.

As variáveis ambientais temperatura e umidade relativa do ar no interior do galpão foram medidas com termohigrômetro. Os dados foram registrados diariamente e as leituras realizadas às 8h e 16h. No final do período experimental, foram calculadas as médias das temperaturas máxima e mínima e as médias da umidade relativa do ar.

Durante todo o período experimental, 7 a 42 dias de idade, as rações e a água foram fornecidas à vontade, sendo os comedouros e bebedouros abastecidos duas vezes ao dia, às 8h e 16h. Os parâmetros de desempenho avaliados foram: consumo de ração (g/ave), ganho de peso (g/ave) e conversão alimentar (g/g).

O consumo de ração foi calculado através da diferença de peso entre a quantidade de ração fornecida no início e as sobras no final do ensaio de cada unidade experimental. O ganho de peso foi obtido pela diferença entre os pesos finais e iniciais das aves de cada unidade experimental. A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de ração pelo ganho de peso de cada unidade experimental. Todas as variáveis foram corrigidas para mortalidade.

Para avaliar a digestibilidade dos nutrientes, procedeu-se a coleta total das excretas (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), no período de 14 a 17 dias de idade das aves. 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.

Durante o período, as excretas de cada unidade experimental foram coletadas duas vezes ao dia, no início da manhã (8h) e no final da tarde (16h), em bandejas cobertas com plástico, colocadas sob cada gaiola. Após as coletas, as excretas foram acondicionadas em recipientes adequados e levadas ao laboratório para pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Depois foram trituradas em moinho tipo faca com malhas de 1mm e colocadas em recipientes adequados.

As amostras das excretas e das rações foram encaminhadas para determinação do teor de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e energia bruta (EB) (SILVA e QUEIROZ, 2002). Com base nos resultados das análises, foram determinados os coeficientes de digestibilidade aparente da MS (CDMS), do N (CDN) e da EB (CDEB) e os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e de energia metabolizável aparente corrigida (EMAn).

Ao final do período experimental (42 dias de idade), duas aves de cada parcela, um macho e uma fêmea, foram selecionadas para abate e avaliação das características de carcaça. Foram selecionadas aves com o peso médio semelhante ao da parcela. Após jejum alimentar de 8 horas, as aves foram abatidas, depenadas e evisceradas. Em seguida, as duas coxas de cada ave foram retiradas e congeladas para posterior análise.

Após a pesagem do fígado e do pâncreas e da carcaça sem o pescoço, os pés e as vísceras comestíveis, procederam-se os cortes. O rendimento de carcaça (%) e os pesos relativos (%) do fígado e pâncreas foram calculados em relação ao peso vivo das aves e os rendimentos (%) de peito e coxa + sobrecoxa (%) em relação ao peso da carcaça eviscerada.

Para a retirada da tíbia, após o descongelamento em geladeira, cada coxa, devidamente identificada, foi submetida ao cozimento em água fervente por 10 minutos. Em seguida foram retirados os tecidos envolventes do osso, utilizando bisturis. Com os ossos devidamente preparados foram avaliados o peso (mg), o comprimento (mm), o índice de Seedor (mg/mm), a resistência (kgf/cm<sup>2</sup>) e a deformidade.

Os ossos foram pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01g e o comprimento foi medido com auxílio de um paquímetro digital. O Índice de Seedor (SEEDOR, 1995) foi obtido dividindo-se o peso do osso (mg) pelo seu comprimento (mm). Essa medida é utilizada como indicativo da densidade óssea, sabendo que quanto maior o Índice de Seedor, maior a densidade da peça óssea e vice-versa.

As tíbias esquerdas foram levadas ao laboratório de Ciência e Mecânica do Solo do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC, onde os parâmetros de resistência e deformidade óssea foram determinados no osso *in natura* com auxílio de uma prensa mecânica triaxial da marca Testop/Ronald top com capacidade de 150 kg.

Os ossos foram colocados em posição horizontal sobre um suporte de madeira apoiados em suas extremidades e depois aplicada uma força de compressão exercida por um pistão no centro de cada osso. A velocidade de descida do pistão foi de 1,23 mm/min. A quantidade máxima de força aplicada no osso até sua ruptura foi considerada a resistência à quebra (kgf/cm<sup>2</sup>), sendo esta mensurada através de um extensômetro digital. A deformidade do osso (mm) foi medida registrando-se, em extensômetro analógico, a flexão de cada osso em relação a sua posição horizontal, até antes da sua ruptura pela ação da força aplicada.

As tíbias direitas foram levadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC para realização da pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Depois foram trituradas em moinho tipo bola, colocadas em

recipientes adequados e encaminhados para determinação de matéria seca e matéria mineral (SILVA e QUEIROZ, 2002).

As análises estatísticas dos dados foram realizadas por meio do Statistical Analysis System (SAS, 2000). Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliar o efeito dos tratamentos e testar o fatorial. O teste de Dunnett a 5% de probabilidade foi utilizado para se comparar o tratamento controle em relação a cada um dos demais tratamentos e o teste T a 5% de probabilidade foi utilizado para se comparar os fatores avaliados, armazenamento e nível de inclusão.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação da oxidação lipídica do farelo de castanha de caju (FCC), os índices de acidez obtidos, respectivamente para o farelo de castanha de caju novo (FCCN) e para o farelo de castanha de caju armazenado (FCCA) foram de 4,66 e 6,16% em ácido oleico; e o índice de peróxido obtido foi de 0,0 meq/kg para os dois tipos de farelos avaliados.

Foi observado que o FCCN chegou à fábrica de ração com certo teor de acidez (4,66 % em ácido oleico). Pode ser que o alto conteúdo de ácidos presentes no líquido da casca da castanha (90% ácido anacárdico), do ácido tânico (41,8%) encontrado na película da castanha (PINHEIRO et al., 2002) e dos ácidos graxos livres da fração lipídica deste subproduto (47% de gordura) tenham contribuído para isso, visto que pedaços de casca e fragmentos da película são frequentemente encontrados em diferentes proporções nesse subproduto (SOARES et al., 2007). Por sua vez, o aumento de mais de 32% no índice de acidez do FCCA pode ser consequência da inadequada prática de armazenamento da castanha no campo ou na indústria de beneficiamento que favorece a obtenção de um produto mais sujeito ao ataque de micro-organismos e, portanto, mais propenso a desenvolver rancidez hidrolítica (LOPES et al., 2009).

Os resultados na presente pesquisa discordam dos obtidos por Lopes et al. (2009), que não observaram aumento no índice de acidez do FCC durante o período de 35 dias de armazenagem.

Quanto ao índice de peróxido, os valores obtidos para o FCCN e o FCCA foram iguais à zero, o que demonstra a estabilidade lipídica desse alimento aos efeitos da rancidez oxidativa. Embora o FCC apresente elevada percentagem de ácidos graxos insaturados (82,74%), predominam o ácido oleico (60,30%) e o linoleico (21,53%), que são mais estáveis

à oxidação quando comparados com o ácido linolênico (três duplas ligações) (LIMA et al., 2004). Também pode ter contribuído para proteger o FCCA a presença de ácido anacárdico, que tem ação antioxidante comprovada e pode ser encontrado em diferentes proporções na amêndoa, casca e película da castanha de caju (TREVISAN et al., 2006).

Entretanto, Lopes et al. (2009) relataram indícios de peroxidação (1,956 meq/kg) no FCC quando chegou a fábrica de ração e um aumento gradativo no índice de peróxido (2,013 meq/kg) com o decorrer do tempo de 35 dias de armazenagem.

Durante o experimento as médias da temperatura, máxima e mínima, registradas no galpão durante o experimento foram de 32,12°C e 29,73°C, respectivamente. Para umidade relativa do ar, o valor médio foi de 78%.

Conforme os resultados para os coeficientes de digestibilidade e valores da energia metabolizável das rações experimentais (Tabela 13) houve diferenças significativas entre os tratamentos apenas para os valores de energia metabolizável.

Na comparação das médias pelo teste de Dunnet (5%), observou-se que a ração controle apresentou energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida (EMAn) significativamente menores do que os das rações contendo FCC.



Tabela 16 - Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos das rações de codornas de corte contendo diferentes níveis de farelo de castanha de caju novo ou armazenado

Tratamentos	CDMS <sup>1</sup> (%)	CDN <sup>2</sup> (%)	CDEB <sup>3</sup> (%)	EMA <sup>4</sup> (kcal/kg MS)	EMAn <sup>5</sup> (kcal/kg MS)
Controle <sup>6</sup>	67,12	46,57	74,34	3.398	3.302
12,5% FCCA <sup>7</sup>	64,28	44,62	76,86	3.602*	3.501*
25% FCCA <sup>7</sup>	65,18	47,19	75,97	3.618*	3.540*
12,5% FCCN <sup>8</sup>	68,11	45,06	76,60	3.674*	3.567*
25% FCCN <sup>8</sup>	65,42	45,96	77,17	3.787*	3.684*
Média	66,07	45,92	76,17	3.616	3.519
CV <sup>9</sup> (%)	6,21	6,97	2,84	2,86	2,64
Nível					
12,5%	66,34 a	44,85 a	76,72 a	3.641 a	3.536 b
25%	65,30 a	46,57 a	76,62 a	3.709 a	3.618 a
Alimento					
FCCA <sup>7</sup>	64,77 a	46,00 a	76,41 a	3.610 b	3.520 b
FCCN <sup>8</sup>	66,76 a	45,51 a	76,89 a	3.731 a	3.626 a
	<i>p</i> -valor				
Tratamento	0,4458	0,5837	0,1470	0,0001	0,0001
Nível	0,3818	0,1814	0,8999	0,1007	0,0331
Alimento	0,1003	0,6961	0,5713	0,0060	0,0081
Nível x Alimento	0,1487	0,5292	0,3871	0,2380	0,2917

<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>Controle = sem farelo de castanha de caju; <sup>7</sup>FCCA = Farelo de castanha de caju armazenado; <sup>8</sup>FCCN = Farelo de castanha de caju novo; <sup>9</sup>CV = Coeficiente de variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). Na coluna, médias seguidas de letras diferentes diferem entre si pelo teste t.

Quando se avaliou o efeito do nível de inclusão e do tipo de FCC, observou-se que não houve interação significativa desses fatores para os coeficientes de digestibilidade e para os valores de energia metabolizável. Entretanto, observou-se que independente do nível de inclusão do farelo, houve aumento nos valores de EMA e EMAn das rações contendo FCCN em relação aos determinados para as rações contendo FCCA. Também foi verificado que independente do tipo de farelo, houve aumento na EMAn com o aumento de 12,5 para 25% de inclusão do FCC na ração.

Considerando que o FCC é rico em extrato etéreo, é possível que o aumento da proporção de gordura nas dietas contendo FCC tenha promovido aumento nos valores de energia metabolizável das rações em relação à ração controle. Freitas et al. (2006) relataram que as pesquisas têm demonstrado benefícios do aumento da gordura na ração de aves relacionado ao efeito extracalórico das gorduras, que consiste no aumento da disponibilidade dos nutrientes de outros ingredientes da ração, e ao efeito extrametabólico das gorduras, que

resulta em melhoria da eficiência energética, decorrente do aumento da energia líquida da ração, em razão do menor incremento calórico das gorduras.

Os efeitos verificados para a inclusão do FCC sobre a energia metabolizável discordam dos obtidos por Soares et al. (2007). Os autores relataram que a inclusão de até 20% de FCC não influenciou os valores de energia metabolizável das rações.

A inclusão do FCCA não promoveu aumento da energia metabolizável da ração na mesma proporção verificada com a adição do FCCN. Essa diferença pode ser resultante dos efeitos dos processos de hidrólise durante o armazenamento, conforme demonstrado pelo aumento do índice de acidez. A lipoperoxidação diminui o valor energético do alimento, em decorrência da destruição dos ácidos graxos (ENGBERG et al., 1996).

A presença de gordura na ração pode aumentar a utilização da energia de outros componentes da ração e elevar o tempo de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, promovendo maior digestão e melhor absorção dos nutrientes do alimento (MATEOS et al., 1996). Dessa forma, a diferença de 82 kcal EMAn/kg de MS da ração verificada entre as rações contendo 12,5% e as contendo 25% de inclusão poderia ser resultante dos efeitos benéficos do aumento de gordura na ração. Entretanto, considerando que os valores de EMAn não diferiram significativamente, é mais provável que a diferença na EMAn tenha ocorrido devido a uma diferença na retenção de nitrogênio, haja visto que a diferença entre a EMA e EMAn para a ração contendo 12,5 ou 25% de inclusão de farelo de castanha de caju foi de 105 e 91 kcal/kg de MS, respectivamente.

Conforme os resultados para os valores de desempenho (tabela 17) houve diferenças significativas entre os tratamentos para o consumo e a conversão alimentar.

Na comparação das médias pelo teste de Dunnet (5%), observou-se que as aves alimentadas com a ração controle apresentaram maior consumo de ração e, como o ganho de peso não diferiu significativamente, houve pior conversão alimentar em relação à obtida para as aves alimentadas com as rações contendo FCC.

Tabela 17 - Desempenho de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de castanha de caju novo e armazenado na ração

Tratamentos	Consumo (g/ave)	Ganho de Peso (g/ave)	Conversão Alimentar
Controle <sup>1</sup>	721,99	207,59	3,49
12,5% FCCA <sup>2</sup>	646,92*	205,35	3,16*
25% FCCA <sup>2</sup>	670,93*	209,14	3,21*
12,5% FCCN <sup>3</sup>	597,25*	209,31	2,86*
25% FCCN <sup>3</sup>	591,12*	206,62	2,87*
Média	646,34	207,50	3,12
CV <sup>4</sup> (%)	5,85	6,97	7,03
Nível			
12,5%	624,00 a	207,13 a	3,02 a
25%	627,96 a	207,78 a	3,02 a
Alimento			
FCCA <sup>2</sup>	658,00 a	207,10 a	3,19 a
FCCN <sup>3</sup>	593,96 b	207,86 a	2,87 b
<i>p</i> -valor			
Tratamento	0,0001	0,9855	0,0001
Nível	0,8067	0,9180	0,9383
Alimento	0,0006	0,8976	0,0015
Nível x Alimento	0,2985	0,5885	0,6994

<sup>1</sup>Controle = sem farelo de castanha de caju; <sup>2</sup>FCCA = Farelo de castanha de caju armazenado; <sup>3</sup>FCCN = Farelo de castanha de caju novo; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação; \*Diferente em relação ao tratamento controle pelo teste de Dunnett ( $p < 0,05$ ). Na coluna, médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste t.

Quando se avaliou o efeito de nível de inclusão e do tipo de FCC, observou-se que não houve interação significativa desses fatores para as variáveis de desempenho avaliadas. Também se observou que, independente do nível de inclusão, as aves alimentadas com rações contendo FCCA apresentaram aumento no consumo e na conversão alimentar quando comparadas as aves que receberam rações contendo FCCN. O ganho de peso não foi influenciado pelo nível ou pelo tipo de FCC da ração.

Segundo Leeson e Summers (2001), o consumo voluntário de alimento pelas aves é regulado, dentro de certos limites, pela ingestão de energia. Portanto, a redução da ingestão de alimentos pelas codornas alimentadas com as rações contendo farelo de castanha de caju em relação às alimentadas com a ração controle pode ser associada à tentativa das aves em regular a ingestão de energia. Isso também explica a diferença verificada no consumo entre as aves alimentadas com FCCA e FCCN. Por outro lado, a pequena diferença de EMAn entre as rações contendo 12,5 e 25% de inclusão não foi suficiente para influenciar no consumo.

Considerando que o ganho de peso é resultante da ingestão e aproveitamento dos nutrientes da ração pelas aves e que as aves alimentadas com FCC apresentaram menor consumo de ração em relação ao controle, o fato da inclusão do FCC não ter resultado em

menor ganho de peso pode ser associado aos benefícios da maior presença de gordura nessas rações. Por outro lado, os problemas de redução no aproveitamento dos nutrientes das aves alimentadas com FCCA foram compensados pelo aumento no consumo de ração, garantindo o ganho de peso dessas aves.

Considerando que a conversão alimentar é obtida a partir da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso, pode-se inferir que a diferença significativa para essa variável é reflexo dos resultados obtidos para o consumo de ração e para o ganho de peso das aves.

Assim, a menor ingestão de ração pelas aves alimentadas com rações contendo FCC e a ausência de variação no ganho de peso entre os tratamentos refletiram em melhores valores de conversão alimentar para as aves que receberam rações com a inclusão de FCC. Por outro lado, como o consumo aumentou e não houve variação significativa para o ganho de peso, as aves alimentadas com FCCA apresentaram pior resultado para conversão alimentar em relação àquelas alimentadas com rações contendo FCCN.

Os resultados obtidos com a inclusão do FCC na ração das codornas de corte concordam em partes com os relatados na literatura para frangos de corte. Ojewola et al. (2004) não verificaram efeitos significativos entre os diferentes tratamentos sobre o consumo de ração e ganho de peso, entretanto a conversão alimentar foi melhor quando os frangos foram alimentados com rações contendo 25, 50 e 75% de substituição da proteína da soja, através da inclusão de 7,5, 15 e 22,50% de FCC na ração, respectivamente. Freitas et al. (2006), ao avaliar o uso do FCC em rações para frangos de corte não constataram influência das rações com diferentes níveis de inclusão desse alimento no consumo, entretanto, o ganho de peso foi maior com a inclusão de 15% de FCC, enquanto a conversão alimentar melhorou a partir de 10% de inclusão. Oluwasola (2006) observou que o ganho de peso final, ganho de peso diário e a retenção de gordura foram significativamente maiores com o aumento nos níveis de substituição do farelo de soja em até 50% da ração, através da inclusão de 28,3% de FCC nas rações de frangos de corte.

Quanto à oxidação lipídica do farelo de castanha de caju, embora o índice de peróxido tenha sido zero, o aumento do consumo que resultou em pior conversão alimentar para as aves alimentadas com o farelo armazenado em relação às alimentadas com o farelo novo indica problemas na utilização dos nutrientes pelas aves, causados pelas reações hidrolíticas. Esses resultados diferem dos relatados por Lopes et al. (2009) que não observaram diferenças no consumo, ganho de peso e conversão alimentar de frangos de corte alimentados com rações contendo FCC armazenado por 35 dias.

As variáveis de características de carcaça e os pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte não foram influenciados significativamente ( $P>0,05$ ) pelos diferentes tratamentos avaliados (Tabela 18).

Tabela 18 - Características da carcaça e pesos relativos do fígado e do pâncreas de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de castanha de caju novo e armazenado na ração.

Tratamentos	Carcaça (%)	Coxa+Sobrecoxa (%)	Peito (%)	Fígado (%)	Pâncreas (%)
Controle <sup>1</sup>	67,98	25,10	41,05	1,74	0,26
12,5% FCCA <sup>2</sup>	67,61	24,54	42,27	1,71	0,22
25% FCCA <sup>2</sup>	68,00	25,22	41,94	1,76	0,25
12,5% FCCN <sup>3</sup>	67,82	25,40	41,62	1,80	0,26
25% FCCN <sup>3</sup>	66,73	25,46	41,08	1,93	0,25
Média	67,43	25,14	41,59	1,79	0,25
CV <sup>4</sup> (%)	4,14	5,11	3,81	13,96	30,32
<i>p</i> -valor					
Tratamento	0,7076	0,3448	0,1897	0,3637	0,6228
Nível	0,6530	0,3003	0,2763	0,1798	0,6828
Alimento	0,5000	0,1264	0,0606	0,0595	0,1968
Nível x Alimento	0,3478	0,3793	0,7967	0,3352	0,3547

<sup>1</sup>Controle = sem farelo de castanha de caju; <sup>2</sup>FCCA = Farelo de castanha de caju armazenado; <sup>3</sup>FCCN = Farelo de castanha de caju novo; <sup>4</sup>CV = Coeficiente de variação.

Sobre o efeito da inclusão de um alimento na ração nas características de carcaça, Freitas et al. (2006) relataram que se o valor nutricional do alimento foi bem avaliado, é pouco provável que as características da carcaça sejam influenciadas pela inclusão desse alimento em rações isonutrientes. Entretanto, se o valor de energia metabolizável de um alimento for subestimado a sua inclusão na ração pode ocasionar mudanças na relação energia: proteína da ração e, assim, proporcionar modificações no rendimento de carcaça e até mesmo nos cortes da carcaça. Nesse contexto, pode-se inferir que o aumento da energia metabolizável da ração com a adição do FCC ou com o uso do FCCN em relação ao FCCA não foi suficiente para promover mudanças significativas nas características da carcaça das codornas.

Alguns relatos da literatura (LEESON e SUMMERS, 2001) indicaram que o alto nível de peróxidos na gordura hepática e a presença de muitos compostos tóxicos formados durante a oxidação podem provocar danos às células epiteliais do fígado. Além disso, mudanças severas na composição normal de ácidos graxos do fígado causam transtornos no metabolismo dos lipídeos que resultam em alterações no tamanho deste órgão (BONDI, 1988). Assim, a ausência de variação no peso relativo do fígado das aves alimentadas com

rações contendo FCCA pode ser atribuída à baixa peroxidação lipídica, conforme determinada pelo índice de peróxido.

Os resultados obtidos concordam com os relatados na literatura. Freitas et al. (2006) verificaram que as características de carcaça dos frangos de corte não foram influenciados pela inclusão do FCC na ração. Lopes et al. (2009) observaram que as características de carcaça e peso relativo do fígado dos frangos de corte não foram influenciados pela inclusão do FCC armazenado por 35 dias na ração. Entretanto, Oluwasola (2006) observou aumento significativo dos pesos da coxa e sobrecoxa, asa, cabeça e gordura abdominal dos frangos alimentados com rações com até 50% de substituição da proteína da soja da ração através da inclusão de 28,3% de FCC. No entanto, em relação ao peso do fígado e do pâncreas, o autor não observou diferenças significativas entre os diferentes tratamentos.

Na análise dos dados dos parâmetros ósseos (Tabela 19) observou-se que a inclusão do FCCN ou FCCA não influenciou significativamente ( $P > 0,05$ ) o comprimento, o peso, o índice de Seedor, a matéria seca, as cinzas, a deformidade, bem como a resistência da tibia.

Tabela 19 - Parâmetros ósseos de codornas de corte alimentadas com inclusão de farelo de castanha de caju novo e armazenado na ração

Tratamentos	CT <sup>1</sup> (mm)	PT <sup>2</sup> (g)	IST <sup>3</sup> (mg/mm)	MST <sup>4</sup> (%)	CZT <sup>5</sup> (%)	DfT <sup>6</sup> (mm)	RT <sup>7</sup> (kgf/cm <sup>2</sup> )
Controle <sup>8</sup>	58,40	1,03	17,58	70,21	46,81	1,61	2,04
12,5% FCCA <sup>9</sup>	57,70	1,02	17,59	69,52	46,30	1,62	2,29
25% FCCA <sup>9</sup>	56,96	1,00	17,55	67,40	46,31	1,55	2,29
12,5% FCCN <sup>10</sup>	57,05	1,01	17,71	69,52	44,95	1,76	2,14
25% FCCN <sup>10</sup>	56,83	0,99	17,44	67,32	46,10	1,49	1,96
Média	57,43	1,01	17,58	68,89	46,11	1,61	2,16
CV <sup>11</sup> (%)	3,06	14,64	14,78	8,14	6,39	33,97	19,60
<i>p</i> -valor							
Tratamento	0,2178	0,9858	0,9997	0,6649	0,6556	0,8485	0,2981
Nível	0,2801	0,7224	0,8720	0,2269	0,5382	0,3323	0,5903
Alimento	0,3961	0,8797	0,9793	0,9753	0,3084	0,7127	0,0800
Nível x Alimento	0,5311	0,9358	0,8948	1,0000	0,5304	0,5507	0,4828

<sup>1</sup>CT = Comprimento da tibia; <sup>2</sup>PT = Peso da tibia; <sup>3</sup>IST = Índice de Seedor da tibia; <sup>4</sup>MST = Matéria seca da tibia; <sup>5</sup>CZT = Cinzas da tibia (expresso na matéria seca); <sup>6</sup>DfT = Deformidade da tibia; <sup>7</sup>RT = Resistência da tibia; <sup>8</sup>Controle = sem farelo de castanha de caju; <sup>9</sup>FCCA = Farelo de castanha de caju armazenado; <sup>10</sup>FCCN = Farelo de castanha de caju novo; <sup>11</sup>CV = Coeficiente de variação.

O menor aproveitamento mineral, principalmente do cálcio e do fósforo, pode ocasionar problemas no crescimento e na qualidade do tecido ósseo das aves (RATH et al., 2000). Por sua vez, a presença de radicais, encontrados em gorduras peroxidadas, pode aumentar a atividade osteolítica de osteoclastos, o que promove a destruição dos cristais

ósseos (GARRET et al., 1990). Nesse contexto, os resultados obtidos na presente pesquisa evidenciam que esses possíveis efeitos não se traduziram em problemas no crescimento e na qualidade dos ossos das codornas.

#### **4. CONCLUSÃO**

O farelo de castanha de caju com até seis meses de armazenamento, embora sofra processo de rancidez hidrolítica, pode ser utilizado na alimentação de codornas de corte no período de 7 a 42 dias de idade em níveis de até 25% de inclusão.

## REFERÊNCIAS

- ANFAR. **Compêndio Brasileiro de Alimentação Animal – Métodos Analíticos**, 2005. 204p.
- BONDI, A. A. **Animal nutrition**. Zaragoza: Acribia, 1988. 546p.
- CABEL, M. C.; WALDROUP, W.; SHERMER, W. D. et al. Effects of ethoxyquin feed preservative and peroxide level on broiler performance. **Poultry Science**, v.67, n.12, p.1725-1730, 1988.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves. **Tabelas de composição química e valores energéticos de alimentos para suínos e aves**. 3. Ed. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1991. 97 p.
- ENGBERG, R. M.; LAURIDSEN, C.; JENSEN, S. K. et al. Inclusion of oxidized vegetable oil in broiler diets. Its influence on nutrient balance and on oxidative status of broilers. **Poultry Science**, v.75, n.8, p.1003-1011, 1996.
- FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F.; JÚNIOR, A. S. et al. Farelo de castanha de caju em rações para frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.6, p.101-1006, 2006.
- GARRETT, R. I.; BOYCE, B. F.; OREFFO, R. O. C et al. Oxygen-derived free radicals stimulate osteoclastic bone resorption in rodent bone in vitro and in vivo. **Journal of Clinical Investigation**, v. 85, p. 632-639, 1990.
- LEESON, S.; SUMMERS, J. D. **Nutrition of the chicken**. 4.ed. Canada: University Books, 2001. 591p.
- LIMA, A. C.; GARCÍA, N. H. P.; LIMA, J. R. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 133-144, 2004.
- LOPES, I. R. V.; FREITAS, E. R.; LIMA, J. R. et al. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farelo de castanha de caju tratado ou não com antioxidante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1502-1508, 2009.
- MATEOS, G. G.; REBOLLAR, P. G.; MENDEL, P. Utilización de grasas y subproductos lipídicos em monogastricos. In: CURSO DE ESPECIALIZACIÓN FUNDACIÓN ESPAÑOLA PARA EL DESARROLLO DE LA NUTRICIÓN ANIMAL (FEDNA), 12., 1996, Madri. **Apostila...** Madri: FEDNA, 1996. p. 3-20.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of poultry**. 9.rev.ed. Washington: National Academy Press, 1994. 155p.



OJEWOLA, G. S.; OKOYE, F. C.; AGBAKURU, I. Replacement value of cashew-nut meal for soyabean meal in finishing broiler chickens. **International Journal of Poultry Science**, v. 3, n. 8, p. 513-516, 2004.

OLUWASOLA, A. J. Growth indices and muscle development in broiler-chickens fed equi-protein replacement of soyabean meal with discarded cashew nut meat. **The Journal of Poultry Science**, v. 43, p. 215-221, 2006.

PINHEIRO, J. W.; FONSECA, N. A. N.; SILVA, C. A. et al. Farelo de girassol na alimentação de frangos de corte em diferentes fases do desenvolvimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1418-1425, 2002.

RATH, N. C.; HUFF, G. R.; HUFF, W. E. et al. Factors regulating bone maturity and strength in poultry. **Poultry Science**, v. 79, n. 7, p. 1024-1032, 2000.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. et al. **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Zootecnia, 2011. 252p.

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

SEEDOR, J. G. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. **Bone and Mineral Research**, v. 4, p. 265-270, 1995.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 165p.

SILVA, R. B.; FREITAS, E. R.; FUENTES, M. F. F. et al. Composição química e valores de energia metabolizável subprodutos agroindustriais determinados com diferentes aves. **Acta Scientiarum Animal Science**, v. 30, n. 3, p. 269-275, 2008.

SOARES, M. B.; FUENTES, M. F. F.; FREITAS, E. R. et al. Farelo de amêndoa da castanha de caju na alimentação de codornas japonesas na fase de postura. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1076-1082, 2007.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's guide: statistics**. Version 8. 2.ed. Cary: SAS Institute, 2000. (CD-ROM).

TREVISAN M. T. S.; PFUNDSTEIN B.; HAUBNER R. et al. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemical Toxicology**, v. 44, p. 188-197, 2006.

WANG, S. Y.; BOTTJE, W.; MAYNARD, P. et al. Effects of Santoquim® and oxidized fat on liver and intestinal glutathione in broilers. **Poultry Science**, v. 76, p. 961-967, 1997.