



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

JULIANA BRAGA FILETO

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DE CAMARÃO E SUA INCLUSÃO NA
RAÇÃO DE POSTURA PARA CODORNAS EUROPÉIAS**

FORTALEZA

2020

JULIANA BRAGA FILETO

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DE CAMARÃO E SUA INCLUSÃO NA
RAÇÃO DE POSTURA PARA CODORNAS EUROPÉIAS

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

Orientador: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.

Coorientador: Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.

FORTALEZA

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- F511a Fileto, Juliana Braga.
Avaliação nutricional do resíduo de camarão e sua inclusão na ração de postura para codornas européias /
Juliana Braga Fileto. – 2020.
55 f. : il. color.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas.
Coorientação: Prof. Dr. Rafael Carlos Nepomuceno.
1. Alimento alternativo. 2. Proteína animal. 3. Resíduo da carcinicultura. 4. Coturnix coturnix coturnix. I.
Título.

CDD 636.08

JULIANA BRAGA FILETO

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DO RESÍDUO DE CAMARÃO E SUA INCLUSÃO NA
RAÇÃO DE POSTURA PARA CODORNAS EUROPÉIAS

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

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

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

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

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

Prof^ª. Dra. Silvana Cavalcante Bastos Leite
Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda fortaleza que concedestes a mim para enfrentar todas as adversidades da vida, fortalecendo meu espírito e mostrando os caminhos de luz que deveria seguir.

A minha mãe, meu companheiro e minha família por toda a torcida pela minha vitória e pelos momentos de alegria e força que me presentearam com suas orações e palavras amigas.

Ao Professor e orientador Ednardo Rodrigues e ao co-orientador Rafael Nepomuceno pela paciência, orientação, boa vontade, compreensão e profissionalismo dedicados a mim durante todo o curso. Aos componentes da banca avaliadora por estarem presentes e fomentarem esse momento tão especial para a minha vida pessoal e profissional. E aos demais professores do curso de mestrado em Zootecnia da UFC que nos fornecem aparato para logarmos êxito nesta etapa acadêmica.

À Universidade Federal do Ceará e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de cursar a Pós-Graduação.

Aos queridos amigos do grupo de estudo NEPEAVI, colegas de aula e laboratório, servidores e funcionários, agradeço pelo apoio e ajuda neste período.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o mestrado.

A todos os amigos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e para a realização deste trabalho.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

A presente pesquisa objetivou avaliar o potencial da farinha do resíduo de camarão (FRC) para ser utilizada na alimentação de codornas européias na fase de produção avaliando seu potencial nutritivo. Foi conduzido um ensaio de metabolismo utilizando o método de coleta total de excretas com 96 codornas de 28 dias de idade distribuídas em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e quatro repetições de oito aves. Os tratamentos consistiram em uma ração referência e duas rações testes em que a FRC substituiu em 20% e 40% a ração referência. Observou-se que a composição nutricional da FRC está dentro da variação encontrada na literatura, diferindo apenas no elevado teor de sódio encontrado. Na determinação da energia metabolizável observou-se que não houve diferença significativa entre os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) sendo utilizada a média obtida nos dois níveis de substituição para caracterizar a farinha do resíduo de camarão. Para o experimento de desempenho foram utilizadas 200 codornas com 28 semanas de idade, distribuídas em DIC com quatro tratamentos e cinco repetições de dez aves cada. Os tratamentos consistiram de uma ração referência à base de milho e farelo de soja e três níveis de inclusão, 5, 10 e 15% da FRC. Verificou-se, apenas, redução no coeficiente de metabolização do nitrogênio (CMN) no nível de inclusão de 15% da FRC. Para as variáveis consumo de ração, produção de ovos e massa de ovos foi observada piora significativa com a inclusão de 15% da FRC em relação ao tratamento controle, havendo redução linear no consumo de ração, produção de ovos, massa de ovos e conversão alimentar. Já os resultados de qualidade dos ovos a inclusão da FRC nos níveis 5, 10 e 15% propiciou uma redução significativa nos valores de densidade específica e unidades Hugh, sendo que o nível de 15 % de FRC também promoveu redução na porcentagem e espessura da casca. Na análise de regressão, observou-se piora linear para densidade específica e melhora linear para cor das gemas. Para a análise de viabilidade econômica não foi observada diferença significativa entre os tratamentos com a inclusão da FRC sobre nenhuma das variáveis. Conclui-se que para codornas, a energia metabolizável aparente corrigida da farinha do resíduo de camarão é de 2.377 kcal/kg de matéria seca e que a inclusão da farinha do resíduo de camarão na ração para codornas em produção pode ser de até 10%.

Palavras-chave: Alimento alternativo. Proteína animal. Resíduo da carcinicultura. Coturnix coturnix cotunix.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the potential of shrimp residue flour (SRF) to be used in the feeding of European quails in the production phase, evaluating their nutritional potential. A metabolism assay was conducted using the total excreta collection method with 96 quails at 28 days of age distributed in a completely randomized design (DIC) with three treatments and four replications of eight birds. The treatments consisted of a reference diet and two test diets in which FRC replaced the reference diet by 20% and 40%. It was observed that the nutritional composition of FRC is within the variation found in the literature, differing only in the high sodium content found. In determining the metabolizable energy, it was observed that there was no significant difference between the values of apparent metabolizable energy (AME) and apparent corrected by the nitrogen balance (AMEn), using the average obtained in the two substitution levels to characterize the flour from the shrimp. For the performance experiment 200 quails were used at 28 weeks of age distributed in DIC with four treatments and five repetitions of ten birds each. The treatments consisted of a reference diet based on corn and soybean meal and three levels of inclusion, 5, 10 and 15% of SM. There was only a reduction in the nitrogen metabolism coefficient (CMN) at the inclusion level of 15% of SRF. For the variables feed consumption, egg production and egg mass, a significant worsening was observed with the inclusion of 15% of FRC in relation to the control treatment, with a linear reduction in feed consumption, egg production, egg mass and feed conversion. The results of egg quality, the inclusion of FRC in levels 5, 10 and 15% provided a significant reduction in the values of specific density and Hugh unit, and the level of 15% of FRC also promoted a reduction in the percentage and thickness of the shell. In the regression analysis, there was a linear worsening for specific density and a linear improvement for the color of the gems. For the economic viability analysis, no significant difference was observed between treatments with the inclusion of FRC on any of the variables. It is concluded that for quails, the corrected apparent metabolizable energy of the shrimp residue flour is 2,377 kcal / kg of dry matter and that the inclusion of the shrimp residue flour in the diet for production quails can be up to 10%.

Keywords: Alternative food. Animal protein. Shrimp residue. *Coturnix coturnix coturnix*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1	Coturnicultura	9
2.2	Alimentos alternativos	11
2.3	Resíduo de camarão	13
2.3.1	<i>Potencial nutricional para aves</i>	15
2.3.2	<i>Potencial pigmentante</i>	18
2.3.3	<i>Fatores que limitam o uso na avicultura</i>	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Composição química e valores de energia metabolizável da farinha do resíduo de camarão	26
3.2	Digestibilidade das rações, desempenho das aves, qualidade dos ovos e viabilidade econômica da farinha do resíduo de camarão	28
4	RESULTADOS	33
4.1	Composição química e valores de energia metabolizável da farinha do resíduo de camarão	33
4.2	Digestibilidade das rações, desempenho das aves, qualidade dos ovos e viabilidade econômica da farinha do resíduo de camarão	35
5	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A criação comercial de codornas tanto para exploração de carne quanto de ovos é um seguimento da avicultura que apresenta boas perspectivas para os próximos anos (BERTECHINI, 2010) por serem aves com características associadas a um baixo investimento inicial e por serem mais uma opção de alta rentabilidade para o agronegócio brasileiro (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005).

Como na avicultura, alimentação dos animais é o principal gasto dentro dos sistemas de produção de codornas, cerca de 80% do total dos custos (FERREIRA *et al.*, 2019), sendo assim, necessária a busca por novas tecnologias focando em estudos sobre o potencial do uso de alimentos alternativos em substituição aos ingredientes utilizados atualmente, visando uma diminuição nos custos com a alimentação desses animais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2014).

Desta forma, o resíduo gerado a partir do processamento do camarão para a separação do filé tem sido objeto de estudo por diversos segmentos das indústrias química, farmacêutica e de nutrição animal. O interesse nesse resíduo parte do expressivo volume gerado e de sua composição química, cujo descarte inapropriado é classificado de alto risco ambiental (PESSATTI *et al.*, 2000; BELLAVAR; ZANOTTO, 2004; OGAWA *et al.*, 2007).

De acordo com dados do IBGE (2017) em 2017 foram produzidos no Brasil 45.759,888 toneladas de camarão. Considerando-se que o resíduo gerado a partir do processamento para obtenção do filé composto pelo cefalotórax, casca, restos de filé, bem como, pequenos camarões, representa aproximadamente 47% do peso total do animal (PIANGCHA, 1994), estimou-se que o volume produzido desse resíduo foi de 21.507,147 toneladas.

No tocante a composição química o alto teor de proteína (36,07 a 52,70%), o valor energético (4.726,51 kcal de energia bruta/kg) e a presença de minerais (4,70% de cálcio e 1,44% de fósforo) no resíduo de camarão (CARRANCO-JÁUREGUI *et al.*, 2006; GERNAT, 2001; LIMA *et al.*, 2007) são características que tornam o produto passível de ser utilizado na alimentação animal.

A possibilidade de inclusão do resíduo de camarão na ração de aves pode resultar na diminuição da dependência do uso do farelo de soja nas rações, principal fonte protéica proveniente de uma *commodity*, cujos grãos, produtos e subprodutos de seu beneficiamento apresentam oscilações de preços em função das condições de mercado (CUNHA, *et al.*, 2006). Além disso, a presença de astaxantina no resíduo de camarão é um atributo que o torna

bastante atrativo para o uso na avicultura de postura, uma vez que essa substância apresenta elevado poder pigmentante (LIMA *et al.*, 2007), o que pode ser uma estratégia para evitar o uso de pigmentantes sintéticos nas rações como forma de melhorar a coloração da gema, adequando o sistema de produção e o produto final aos anseios dos consumidores que procuram ovos com gema de coloração mais intensa sem o uso de ingredientes sintéticos para este fim (FONSECA *et al.*, 2006).

Em contrapartida, a utilização do resíduo de camarão na alimentação das aves pode ser limitada pelo seu conteúdo de fibra (15,38%), conforme Freitas *et al.* (2002) que encontraram elevado teor de fibra alimentar na farinha da casca do camarão-sete-barbas atribuindo à quitina, normalmente presente nas carapaças dos crustáceos e que não foram digeridas no processo de análise. Diferente da fibra alimentar presente nos ingredientes de origem vegetal, a fibra no resíduo do camarão é composta por quitina, um polissacarídeo de estrutura química muito similar à da celulose, cuja concentração varia de 17 a 32%, dependendo das condições de processamento e espécie (SHAIKI; SYNOWIECKI, 1991; SYNOWIECKI; AL-KHATEEB 2000). Devido à semelhança estrutural com a celulose, a quitina possui funcionalidade análoga, apresentando insolubilidade à maioria dos solventes e baixa reatividade química, assim como, resistência a degradação por enzimas hidrolíticas (SINGLA; CHAWLA, 2001) e não sendo digerida por enzimas digestivas de animais (MUZZARELLI, 1986). Dessa forma, é possível que haja o aproveitamento de nutrientes e da energia das rações a depender do nível de inclusão desse alimento.

Por outro lado, o sódio incorporado ao resíduo no processo de salga durante o beneficiamento do camarão, pode ser um limite técnico para inclusão desse ingrediente na formulação das rações quando se opta por não exceder a recomendação mínima dos manuais de exigências nutricionais. Alguns relatos na literatura tem sugerido efeito negativo do excesso de sódio, nas rações de aves, na postura, no desempenho e na qualidade dos ovos (FIGUEIREDO *et al.*, 2001; FASSANI *et al.*, 2002; SAKAMOTO *et al.*, 2004; PIZZOLANTE *et al.*, 2006; BARRETO *et al.*, 2007; RAQUEL *et al.*, 2008; PETRUCCI *et al.*, 2008), porém, em muitos casos os níveis adotados chegam a ultrapassar as recomendações.

Neste contexto, objetivou-se com a presente pesquisa determinar o valor energético da farinha do resíduo de camarão e avaliar a sua inclusão em rações para codornas européias em fase de postura.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Coturnicultura

Coturnicultura é o seguimento da avicultura responsável pela criação e exploração comercial de codornas para exploração de carne e ovos, caracterizados como um sistema de produção que exige pequena área para criação, baixo investimento e rápido retorno de capital investido (BERTECHINI, 2010).

A codorna é classificada taxonomicamente na ordem dos *galináceos* pertencentes à família dos *Fasianídeos* (*Phasianidae*), da subfamília *Pernicinidae* e gênero *Coturnix* (PINTO *et al.* 2002). Atualmente os criadores dispõem de três tipos de codornas para exploração industrial, a codorna japonesa (*Coturnix coturni japonica*), a codorna européia (*Coturnix coturni coturnix*) e a codorna americana (Bobwhite quail), que diferem nos parâmetros de tamanho e peso corporal, coloração das penas, precocidade, peso e pigmentação do ovo, taxa de postura e aptidão para postura ou corte (OLIVEIRA; ALMEIDA 2004).

No Brasil as codornas foram introduzidas na década de 50 pelos imigrantes italianos e japoneses para apreciação de seu canto, sendo posteriormente popularizadas e comercializadas na década de 60. Hoje fazem parte de uma das cadeias do agronegócio brasileiro (PASTORE *et al.*, 2012).

Independente da espécie as codornas são aves de crescimento rápido, precocidade na produção com maturidade sexual entre 35 a 42 dias, alta produtividade de ovos, características que associada ao baixo investimento inicial facilitaram a produção e a expansão no Brasil deixando o produtor com mais uma opção de alta rentabilidade (SOUZA-SOARES; SIEWERDT, 2005). Como forma de diversificação da produção e investimento em um novo setor, os maiores pólos da coturnicultura brasileira são localizados nas regiões tradicionalmente de produção de ovos de galinha, sendo considerada, pelos produtores, uma atividade facilitada nessas áreas por já possuírem a cultura da comercialização e do consumo de ovos (PASTORE *et al.*, 2012).

A produção de codornas vem aumentando consideravelmente em virtude do consumo em larga escala de carne e ovos sendo somado à cultura gastronômica de vários países como Brasil, China, Japão, França e Espanha (MINVIELLE, 2004)

No Brasil, a grande parte da criação de codornas está voltada para a produção de ovos, para isto, utilizando-se da codorna japonesa (MOTA *et al.*, 2015). Estas se caracterizam

pela coloração castanha e por serem aves bastante agitadas, tendo comportamento ágil nas instalações, dando vôos constantes, além de serem especializadas na produção de ovos (REZENDE *et al.*, 2004). Contudo, o mesmo autor menciona que, diferentemente destas, as codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*) possuem coloração marrom mais viva, têm um temperamento mais calmo, menos agitado, além de serem maiores e produzirem ovos com maior peso e tamanho. É a espécie utilizada para produção de carne, criada em sistema de confinamento sobre cama e alimentada com ração concentrada de acordo com um programa de alimentação constituído de uma ou mais rações ajustadas de acordo com as exigências nutricionais de cada fase, permitindo uma criação com alta densidade variando de 95 a 160cm²/ave em um sistema de confinamento intensivo com escalonamento entre lotes, por requerer pouco espaço, aumentando a produtividade por área além de o manejo ser mais simples e prático (SILVA *et al.*, 2007). Essa espécie é caracterizada por possuir crescimento acelerado, maior ganho de peso, precocidade ao abate, pequeno intervalo de gerações, maior rendimento de carcaça (BARRETO *et al.*, 2006), eficiência na utilização do alimento, melhor conversão alimentar e menor consumo de alimento para obtenção de cada 100g de peso corporal (ALMEIDA *et al.*, 2002).

Embora as codornas européias tenham maior aptidão para o corte em relação às japonesas, há de se considerar que essa espécie também pode ser usada para a produção de ovos, sendo sua criação difundida no Brasil, principalmente por pequenos e médios produtores para produção de carne e ovos (ALBINO; BARRETO, 2003). No entanto, Móri *et al.* (2005) relatam que são escassas as informações relevantes tanto sobre o potencial produtivo dessa linhagem quanto sobre os resultados de desempenho e qualidade dos ovos não se conhecendo, assim, sua dupla aptidão.

Apresentando otimismo aos produtores, após a queda na produção em 2015 devido à redução no consumo de ovos e carne de codornas, o Ceará é o 6º maior produtor de codornas do Brasil, tendo o estado de São Paulo como maior produtor com mais de 4,4 milhões de animais (IBGE, 2017), e a Região Sudeste a maior produtora nacional de codornas, seja para produção de carne ou de ovos (PASTORE *et al.*, 2012).

A coturnicultura apresenta boas perspectivas para os próximos anos, prevendo um alojamento de mais de 36 milhões de aves no ano de 2020, porém, para isso são necessárias mais pesquisas em todos os segmentos da coturnicultura em especial na alimentação eficiente de baixo custo (BERTECHINI, 2010).

2.2 Alimentos alternativos para aves

Na avicultura o principal gasto dentro dos sistemas de produção é com a alimentação dos animais, cerca de 80% do total dos custos (FERREIRA *et al.*, 2019). Neste panorama, a busca por novas tecnologias tem promovido o aumento da produtividade da indústria avícola brasileira, focando em estudos sobre o potencial do uso de alimentos alternativos em substituição a ingredientes majoritariamente utilizados atualmente, visando uma redução considerável dos custos com a alimentação dos animais (ALBUQUERQUE *et al.*, 2014).

Nas rações das aves, a utilização do milho como principal fonte energética e do farelo de soja como principal fonte protéica, representa, a maior parcela do custo total das rações (CAMELO, *et al.*, 2015). Segundo Cunha *et al.*, (2006) a agropecuária nacional, em especial o setor avícola, sofre bastante pressão tanto do mercado interno quanto do externo em relação ao uso desses insumos, que tem seus preços atrelados ao dólar, fato que estabelece bastante instabilidade nas práticas mercantis desses produtos. Uma solução para redução dos altos custos com a alimentação de codornas seria a utilização de alimentos alternativos (CUNHA, 2009). Nascimento *et al.*, (2005) ressaltaram a importância nas pesquisas com alimentos alternativos, energéticos e protéicos, com a finalidade de propiciar um bom desempenho produtivo e reprodutivo das aves, consequentemente reduzir o custo de alimentação e aumentar a lucratividade dos produtores.

O insumo para ser considerado um alimento alternativo, deve apresentar boas características nutricionais além de ter disponibilidade em uma determinada região por um período mínimo de tempo e em quantidade que permita sua inclusão na dieta animal, havendo a troca do alimento convencionalmente utilizado (FIALHO *et al.*, 1992). O seu uso visa diminuir os custos de produção em determinadas épocas do ano ou nas regiões que tenham dificuldade em adquirir insumos tradicionais utilizados na alimentação animal (CUNHA, 2009).

Na região nordeste dentre os produtos utilizados na diminuição dos custos da produção de aves destacam-se os oriundos do beneficiamento das indústrias alimentícias, em destaque os originados a partir do processamento da indústria de frutas como maracujá, goiaba, acerola dentre outras (FERREIRA *et al.*, 2019). A partir de novos processos empregados na agricultura, em especial na fruticultura irrigada, houve a evolução da atividade favorecendo o aumento do processamento de frutas e consequentemente da produção de resíduos agroindustriais que podem ser aproveitados na dieta animal (NUNES, *et al.*, 2007).

Como exemplos têm-se o farelo do subproduto de acerola, a semente do maracujá e o farelo de goiaba.

Alguns subprodutos podem ter elevado teor de fibras, compostos fenólicos, ácidos graxos insaturados e diversos pigmentos carotenóides de elevada atividade antioxidante, sendo avaliados nas dietas de aves (PRASAD; AZEEMODDIN, 1994; JORGE *et al.*, 2009; LIRA *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2009; CAETANO *et al.*, 2011; ASCHERI *et al.*, 2013; LÓPEZ-VARGAS *et al.*, 2013; ZANETTI *et al.*, 2014; CAMELO, *et al.*, 2015; JIMÉNEZ-MORENO *et al.*, 2016). Mesmo com seu potencial de utilização, os resíduos e os subprodutos agroindustriais, como afirma Azevedo (2014), devem ser utilizados com cautela na alimentação avícola atentando a questões como custo ao produtor, disponibilidade na região e composição química, para que assim, possam ter efeito significativo na redução dos custos de formulação.

A produção de resíduos também é marcante na produção animal sendo amplamente alvo de estudos para avaliação de seus subprodutos na alimentação de aves. Estimativas demonstram que somente uma parcela de 68% do frango, 62% do suíno, 54% do bovino e 52% dos ovinos são diretamente consumidos pelo homem, sendo a fatia restante classificada como produtos não comestíveis (CAIRES, 2009). Lesson e Summers (1997) estimam que a cada tonelada de um dado animal processado, cerca de 300 kg são descartados como produtos não comestíveis, que podem ser processados para o uso na alimentação animal.

As farinhas de origem animal são provenientes de resíduos de abate, sendo as mais comumente utilizadas na alimentação de monogástricos: farinha de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de penas e farinha de vísceras. Esses subprodutos geralmente possuem altos teores de proteína, aminoácidos e minerais (ANDRIGUETTO, 1983; BELLAVER, 2003; ROSTAGNO *et al.*, 2017), e como nas rações formuladas para aves a disponibilidade de fósforo nas fontes de origem vegetal não é suficiente para atender as exigências nutricionais necessárias ao desempenho e mineralização óssea, há a necessidade de suplementação com fontes de fósforo inorgânico, geralmente fosfato bicálcico ou ainda fontes orgânicas, como as farinhas de carne e ossos (ROSTAGNO; SILVA, 1998).

Seguindo a linha de aproveitamento de resíduos de origem animal surgem vários estudos também sobre as farinhas oriundas do processamento de peixes e camarões, pescados ou cultivados. Do total da captura mundial de peixes, cerca de 72% são utilizados nos mercados de pescados frescos, congelados, enlatados e salgados, sendo os 28% restantes utilizados na produção de ração animal (MORALLES-ULLOA; OETTERER,

1994). O pescado segue um processo de beneficiamento que compreende apenas a limpeza e o resfriamento ou a filetagem (DECKER *et al.*, 2015) ocorrendo, nestes processos, a geração de resíduos compostos basicamente por cabeças, vísceras, nadadeiras, peles, escamas e espinhos (SEBRAE, 2010) e podem representar mais de 50% da matéria-prima utilizada, variando conforme as espécies e o processamento (FELTES *et al.*, 2010). Autores como Valente *et al.* (2014), atribuem uma porcentagem ainda maior quanto a geração de resíduos da pesca, aproximadamente 65% do peso do pescado acaba sendo descartado. Neste contexto, a farinha de peixe é elaborada a partir de uma grande variedade de espécies, tendo excelente balanço de aminoácidos e sendo rica em metionina, lisina, cálcio e fósforo (BUTOLO, 2002; FIALHO, 2004; RIBEIRO *et al.*, 2005). A exemplo tem-se a farinha de tilápia que pode ser utilizada em rações para aquicultura, suinocultura, avicultura, bem como, em linhas de rações para animais de estimação (cães e gatos) além de já existirem boas respostas utilizando níveis próximos a 2,0% em rações para codornas (VIDOTTI; GONÇALVES, 2006).

Segundo Pessati *et al.* (2000), as indústrias de beneficiamento de pescado geram grandes quantidades de subprodutos devido, principalmente, à falta de aproveitamento destes recursos. Grande parte desses subprodutos é proveniente da criação do camarão representando cerca de 45% do total de frutos do mar que são processados, sendo descartados o exoesqueleto (casca e cauda) e o cefalotórax (cabeça), sugerindo uma necessidade de aproveitamento dessa matéria-prima (HOLANDA; MARIA NETTO, 2006).

2.3 Resíduo de Camarão

Conforme a última avaliação da produção da pecuária municipal brasileira (IBGE, 2017), embora atingida pelo o vírus da mancha branca, a produção de camarão no nordeste brasileiro é responsável por 98% do total nacional, tendo o estado do Ceará uma produção de 11,8 mil toneladas, representando 28,9% da produção do país. Com condições climáticas favoráveis e domínio das tecnologias de produção o Brasil é o principal produtor de camarões das Américas (POERSCH *et al.*, 2006).

Segundo Pessati *et al.* (2000), os resíduos da indústria pesqueira podem ser enquadrados na Classe I – Perigosos (apresenta risco ao meio ambiente, se for gerenciado de forma inadequada) e na Classe II A – Não Inertes (biodegradabilidade), sendo incluído o

resíduo do processamento de camarão, cultivado ou pescado, que é avaliado como extremamente poluente quando descartado ou armazenado inadequadamente.

No entanto, apesar da existência de uma legislação específica referente aos resíduos criada pela Superintendência de Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), representada pela portaria nº 203 de 03 de abril de 1970 (BRASIL, 1970), a qual proíbe o lançamento em águas interiores e no mar territorial brasileiro, os resíduos de pescado resultantes de sua escamação, evisceração e decapitação, bem como, a sobra do processamento de crustáceos provenientes tanto de empresas beneficiadoras como do processo de mariscagem são muitas vezes despejados às margens dos rios e praias ou através de canais de descarga localizados próximos às águas costeiras em que geralmente a poluição excede a capacidade de assimilação das águas, gerando um sistema eutrófico (ISLAMA; KHANB; TANAKA, 2004).

O beneficiamento do camarão é considerado um dos maiores gargalos na busca pela sustentabilidade da cadeia produtiva do pescado, pois geralmente a manufatura é baseada apenas no processamento do produto in natura sem a preocupação com o desenvolvimento de técnicas que envolvam o aproveitamento de seus subprodutos que são gerados em grande quantidade e despejados sem nenhuma forma de tratamento em locais indevidos (SUCASAS, 2011). Segundo Balogun e Akegbejo-Samsons (1992), estima-se que aproximadamente 33% de toda a produção de camarões é descartada como lixo sendo apenas um pequeno volume aproveitado como alimento a partir da cabeça.

No processamento do camarão, correspondente as sobras de sua limpeza para obtenção do filé, cerca de 47% do total do peso do animal resulta em subproduto (PIANGCHA, 1994) durante o beneficiamento, sendo, somente a cabeça, responsável por cerca de 44% desse resíduo (MEYERS; RUTLEDGE, 1971). Ogawa *et al.* (2007) afirmam que a cabeça do camarão, com baixíssimo valor comercial, é uma fonte de poluição ambiental, além de gerar custos adicionais durante seu descarte, reduzindo a margem de lucro do sistema de produção.

Por ser um subproduto sua composição é bastante variável devido a alguns fatores, tais como: diferença entre as espécies de camarão, e fonte e/ou método de processamento, por exemplo (AZEVEDO, 2014).

A farinha do resíduo de camarão (FRC) se origina a partir da desidratação e moagem de resíduos da indústria carcinícola e, basicamente, é composta por cabeças (cefalotórax), exoesqueletos e pequenos camarões (GERNAT, 2001). Segundo Bellaver e Zanotto (2004) a FRC é definida como resíduo e/ou partes de camarões não decompostas,

desidratados e moídos secos, cuja umidade não deve exceder a 10%, situando-se entre 4 e 6%, podendo ter um teor de gordura entre 8 e 16% e acidez de 5mg de NaOH/g de amostra.

A metodologia para a obtenção da FRC baseia-se na desidratação de resíduos provenientes da carcinicultura (cabeças, exoesqueletos e pequenos camarões) a temperaturas de 50 °C a 60 °C, por um período de 46 horas (EMBRAPA, 2011). O processo de obtenção da FRC passa por várias etapas: pré-tratamento (limpeza e higienização); cozimento; secagem em bandejas (geralmente em estufa com circulação de ar forçado) e moagem (FERNANDES, 2009).

De acordo com Craveiro *et al.* (2004) o resíduo do processamento de camarões é constituído principalmente por proteínas, carbonato de cálcio, pigmentos e quitina. Devido a sua composição esse subproduto pode ser triturado e transformado em farinha e usado como ingrediente na ração animal (CARRANCO-JAUREGUI, M. E. *et al.*, 2006).

2.3.1 Potencial nutricional para aves

A produção de FRC teve aumento significativo devido ao crescimento do cultivo de camarão (FANIMO *et al.*, 2000) e é reconhecida como excelente fonte de proteína bruta, minerais e aminoácidos, sendo comparada a proteína do farelo de soja (em torno de 40%) ingrediente intensamente utilizado como fonte protéica na ração de aves (Tabela 1). Segundo Gernat (2001) a farinha do cefalotórax do camarão tem potencial de aproveitamento na alimentação animal, como possível substituto parcial ou total das fontes convencionais de proteínas.

Segundo Lima *et al.* (2007) a farinha de cefalotórax de camarão apresenta níveis de EMA e EMAn elevados para frangos de corte. De acordo com os autores, os níveis de substituição (30 e 40%) não afetaram a determinação da digestibilidade da matéria seca e da EMA e EMAn da farinha de cefalotórax de camarão, encontrando valores entre 4.174 a 4.298 kcal/kg de EMA e 3.935 a 4.020 kcal/kg de EMAn, ambas na matéria seca.

Outros autores (Tabela 2) têm descrito a FRC também como alimento protéico, pelo seu alto teor de proteína bruta, de 36,07 a 52,70% (CARRANCO-JÁUREGUI *et al.*, 2006; KHEMPAKA; CHITSATCHAPONG; MOLEE, 2011) sugerindo seu uso como fonte alternativa de proteína (MORRISON, 1959), além de seu elevado teor de minerais, entre 15,64 a 29,73% (ROSENFELD *et al.*, 1997; CARRANCO-JÁUREGUI *et al.*, 2006), principalmente cálcio e fósforo (VALADARES FILHO; JUNIOR; CAPELLE, 2002).

Tabela 1 – Composição da farinha do resíduo de camarão em comparação ao farelo de soja com base na matéria seca

Componentes	Farinha de Camarão	Farelo de Soja
	%	
Matéria seca	82,38	91,9
Proteína bruta	50,89	48,9
Extrato etéreo	6,31	1,9
Matéria mineral	15,64	6
Fibra bruta	8,92	3,5
Cálcio	5,21	0,26
Fósforo total	1,47	0,25
EMAn (kcal/kg)	2397	2230
Aminoácidos %		
Metionina	1,08	0,75
Lisina	2,93	2,9
Arginina	3,4	2,71
Triptofano	0,51	0,6
Treonina	2,05	1,89
Ácido aspártico	4,88	5,48
Serina	2,17	2,07
Ácido glutâmico	6,28	8,36
Prolina	2,24	2,48
Glicina	2,87	2,11
Alanina	2,61	2,16
Cistina	0,39	0,74
Valina	2,19	2,43
Isoleucina	1,85	2,6
Leucina	3,16	3,8
Tirosina	1,61	1,75
Fenilalanina	2,24	2,72
Histidina	2,93	1,8

Fonte: Khempaka, Koh e Karasawa (2006).

Pode-se destacar o elevado conteúdo de proteína presente no resíduo através do conhecimento do método de extração comercial de quitina, processo conhecido basicamente como desproteínização (ABRAM; HIGUERA, 2004).

O conteúdo de nutrientes da FRC varia dependendo da proporção de casca e cabeça (cefalotórax), sendo que a cabeça contém quantidade de proteína e quitina mais baixa em comparação com a casca (MINORU *et al.*, 2002).

Segundo Cunha *et al.* (2006), a farinha de cabeça do camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) pode ser utilizada como ingrediente alternativo em dietas para

frangos de corte como fonte coadjuvante de proteína em níveis de 5,46 e 5,87% das dietas, sem comprometer as características de desempenho zootécnico.

Tabela 2 – Valores de proteína bruta, energia bruta, fibra bruta e matéria mineral presentes no resíduo de camarão segundo diferentes autores

Autores	PB (%)	EB (kcal/kg)	FB (%)	MM (%)
Rosenfeld <i>et al.</i> (1997)	50,89	-	8,92	15,64
Gernat (2001)	52,70	-	11,38	20,41
Carranco-Jáuregui <i>et al.</i> (2006)	36,07	2.447	-	29,86
Khempaka, Koh e Karasawa (2006)	39,32	-	29,75	26,73
Lima <i>et al.</i> (2007)	66,01	4.726	9,38	16,31
Khempaka, Chitsatchapong e Molee (2011)	36,69	-	19,49	21,77
Salas-Durán, Chacón-Villalobos e Zamora-Sánchez (2015)	40,67	-	7,12	27,48

Hardini e Djunaidi (2010), avaliando a farinha do resíduo de camarão fermentado na alimentação de frangos de corte, recomendam a inclusão de 7,5% deste produto, melhorando a textura, a cor e a quantidade de proteína na carne de frango. Rahman e Koh (2016) analisando os efeitos da FRC tratada com ácido fórmico no crescimento, desempenho e digestibilidade de nutrientes em frangos de corte sugerem que a FRC, tratada com ácido, pode ser usada como uma fonte potencial de proteína em dietas para frangos de corte.

2.3.2 Potencial pigmentante para aves

A FRC é constituída de proteínas, lipídeos, minerais, quitina, além de ser fonte de carotenóides de elevado poder pigmentante (CHAKRABARTI, 2002).

Os carotenóides são corantes naturais responsáveis pelas cores amarela, laranja e vermelha, utilizados nas indústrias alimentícia, farmacêutica, de cosméticos e ração. Podem ser encontrados livres e complexados a proteínas (carotenoproteínas) e são responsáveis pelas diversas cores observadas em crustáceos estando presentes principalmente na carapaça, apêndices torácicos, sangue, olhos, ovos, hepatopâncreas e ovários (KUO *et al.*, 1976; SANTOS, 2006).

A astaxantina é um pigmento carotenóide oxigenado, presente na FRC, que confere a característica de coloração rosa-avermelhada de alguns peixes, crustáceos, aves e micro-organismos; é o principal pigmento carotenóide encontrado em animais aquáticos (LIM *et al.*, 2002).

Vários trabalhos têm sido realizados sobre a ocorrência e significância de carotenóides em camarões e lagostas (SACHINDRA; MAENDRAKAR, 2005) e a necessidade de obtenção de astaxantina a partir de fontes naturais com elevada produtividade, sustentabilidade e baixo custo, aliado ao uso de processos eficientes de extração e quantificação (PASSOS *et al.*, 2007). Na Tabela 3 são apresentadas as quantidade total e dos tipos de carotenóides presentes no resíduo de camarão obtidas por diferentes métodos de extração.

Tabela 3 – Quantidade total e dos tipos de carotenóides presentes no resíduo de camarão, obtidos por diferentes métodos de extração

Pigmento	Concentração		
	mg/100g de pasta	mg/100g de lipídio	mg/100g de cabeça seca
B-caroteno-epoxido	1,26	10,8	15,8
Astaxantina	1,71	14,6	21,4
Astaceno	0,79	6,7	9,9
Carotenóides totais	3,76	32,1	47,1

Adaptado de Ogawa, *et al.*, (2007).

Como os carotenóides não são sintetizados pelos animais sua adição é utilizada como suplemento alimentar nas dietas de peixes e crustáceos em aquicultura, fornecendo característica de pigmentação destes animais, e na criação de aves domésticas, visando aumentar a cor da gema do ovo e elevando a aceitação no mercado consumidor (FONSECA *et al.*, 2006). No Brasil, a faixa de coloração da gema de ovos preferida pelos brasileiros situa-se em torno de 7 a 10, na escala colorimétrica, segundo Galobart *et al.* (2004).

Na atualidade tem-se buscado, cada vez mais, promover a melhoria no aspecto visual das carcaças e das gemas de ovos, fazendo-se o uso de corantes sintéticos nas dietas das aves, culminando no aumento do custo de produção e restringindo a venda por alguns nichos de mercado (CUNHA *et al.*, 2006). Em geral, o uso de rações ricas em carotenóides, ou de suplementos carotenóides na ração, efetivamente, mantém ou aumenta a coloração da gema e da carne de aves, melhorando a aceitabilidade do produto pelo consumidor (GALOBART *et al.*, 2004).

Jauregui-Carranco *et al.* (2003) testando a inclusão da FRC na alimentação de poedeiras nos níveis de 0 a 25% concluíram que quando adicionada em 20% na ração não comprometeu o desempenho das aves e promoveu maior pigmentação das gemas. Cunha *et al.*, (2006) estudando o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com rações contendo farinha de resíduos do processamento de camarões constataram diferenças estatísticas na pigmentação das canelas das aves havendo efeito linear crescente que foi associado a maior ingestão de pigmento com o aumento do resíduo na ração. Chawan e Gerry (1974); Raab, Bergqvist e Cáceres (1971), utilizando FRC em dietas de frangos observaram aumento significativo na pigmentação da pele conforme os níveis de FRC foram aumentados na ração.

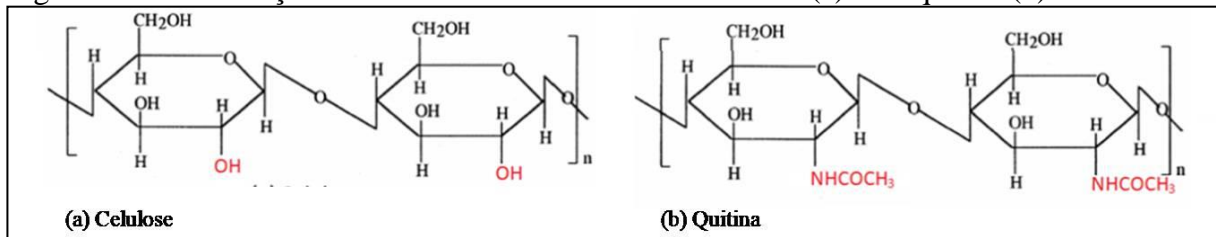
2.3.3 Fatores que limitam o uso na alimentação de aves

Um dos fatores que podem ser considerados como limitantes são inerentes às características do alimento em estudo, sendo os principais, aqueles que afetam o consumo: palatabilidade, forma física do alimento, e teor e tipo de fibra que interferem na taxa de passagem e na degradação enzimática (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007). Freitas *et al.* (2002) encontraram na farinha da casca do camarão-sete-barbas, elevado teor de fibra alimentar (15,38%) que atribuíram a presença de quitina, normalmente presente nas carapaças dos crustáceos e que não são digeridas no processo de análise. Na literatura a concentração de quitina no resíduo do camarão varia de 17 a 32% dependendo das condições de processamento e espécie (SHAIKI; SYNOWIECKI, 1991; SYNOWIECKI; AL-KHATEEB, 2000).

Quitina é o componente estrutural polissacarídico encontrado nos exoesqueletos de muitos artrópodes, incluindo insetos e crustáceos; é também encontrado na parede celular de fungos, sendo o segundo biopolímero mais abundante na natureza, superado apenas pela celulose. Quimicamente a quitina é um polissacarídeo não solúvel que tem na sua constituição uma cadeia linear formada por unidade de 2-acetamida-2-D-glicopiranosose unida por ligações glicosídicas, sendo a sua estrutura química muito similar à da celulose (Figura 1), na qual a única diferença é a substituição do grupo hidroxila no carbono C-2 do anel piranosídico por um grupo acetamido. Quanto à orientação das cadeias de quitina, podem-se encontrar três formas: α -quitina, β -quitina e γ -quitina, sendo a primeira a mais abundante, presente nas estruturas rígidas como as carapaças de caranguejos e camarões e caracterizada por possuir

cadeias antiparalelas, enquanto as outras duas são encontradas, respectivamente, no esqueleto de alguns animais marinhos que necessitam de certa flexibilidade (exemplo: penas de lulas, nos espinhos de diatomáceas) e nos insetos (BATTISTI; CAMPANA FILHO, 2008; IOELOVICH, 2014).

Figura 3 – Semelhança entre a estrutura molecular da celulose (a) e da quitina (b)



Fonte: Rocha, 2019.

Em função dos diferentes arranjos das cadeias, os polímeros na formas α - e β -quitina apresentam propriedades diferentes, sendo α -quitina um sólido denso, insolúvel em água, mas capaz de adsorver e reter umidade (5 a 6%), enquanto que a β -quitina tem aspecto fibroso insolúvel em água, porém com maior poder de adsorção de umidade (8 a 12%) que a α -quitina (LAVALL *et al.*, 2004).

A solubilidade da quitina é restrita a uns poucos sistemas solventes e embora possa ser dissolvida em soluções concentradas de ácidos fortes, como clorídrico, fosfórico e sulfúrico, a dissolução é muito lenta, tanto de α - como de β -quitina (FOSTER; WEBBER, 1960, AUSTIN, 1981; ROBERTS, 1992). A quitina pode ainda ser degradada em soluções concentradas a quente (>95°C) de sais neutros ou sistema binário de solventes, (ROBERTS, 1992; ABRAM; HIGUEIRA, 2004; STRIEGEL, 1997; POIRIER; CHARLET, 2002;).

De acordo com Fenice (2017) a degradação enzimática da quitina pode ser realizada por lisoenzima, quitinase, quitina desacetilada e quitosanase, sendo a hidrólise completa realizada apenas por organismos quitinolíticos, principalmente bactérias. De acordo com Muzzarelli (1986), a quitina e a quitosana, produto da desacetilação química ou enzimática da quitina, são consideradas fibras de origem animal devido à semelhança na estrutura química com a celulose não sendo digeridas por enzimas digestivas de animais.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que a quitina extraída de cascas de camarões encontra-se associada com proteínas, sais de cálcio (carbonatos e fosfatos em menor quantidade), pigmentos e lipídeos (MATHUR; NARANG, 1990; LIMA *et al.*, 2006; BATTISTI; CAMPANA FILHO, 2008), o que pode prejudicar a disponibilidade desses compostos durante o processo digestivo.

O método de salga é um processamento muito comum em algumas cidades produtoras do Ceará e que origina o camarão salgado e seco como produto principal, assim, o resíduo de camarão beneficiado (FRC) pode variar em sua composição dependendo do método que é obtido e/ou processado (AZEVEDO, 2014),

A salga é um processo de desidratação no qual o cloreto de sódio é a substância química utilizada e, pelas suas propriedades físicas e físico-químicas de higroscopicidade, é o agente desidratante utilizado com o objetivo de reduzir a água livre que eleva a pressão osmótica do meio e, conseqüentemente, reduz as condições de desenvolvimento e multiplicação dos microrganismos que causam deterioração do alimento (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). Além da preservação, o peso e o volume do produto são reduzidos através da salga favorecendo o transporte e o armazenamento do mesmo (RODRIGUES, 2003). No entanto, grande quantidade de cloreto de sódio é utilizada no processo de salga, que contém 39,7% de sódio e 59,6% de cloro (ROSTAGNO *et al.*, 2017).

De acordo com Kraemer (2000), no Brasil, o camarão salgado e seco é preparado a partir de camarões oriundos da pesca artesanal, sendo a produção realizada com a cocção dos camarões em salmoura, contendo aproximadamente uma parte de sal para três de camarão, durante um período de 30 minutos, seguido de drenagem por 4 a 8 horas, com direta incidência da luz do sol. Segundo o mesmo autor, os processadores costumam usar a mesma salmoura várias vezes, adicionando sal novo a cada porção de camarão cozido, e ao final do processo, podem ser obtidos três produtos: o camarão salgado e seco; o filé do camarão salgado (liberado da carapaça através de “batidas”) e o resíduo de camarão (composto por carapaça, cefalotórax e resquícios de filé) também salgado.

O sódio, por sua vez, é um cátion monovalente encontrado nos líquidos extracelulares, principalmente no soro sanguíneo, realizando importantes funções metabólicas, estando intimamente relacionadas com o equilíbrio do volume hídrico, pH e transmissão de impulsos nervosos (RODRIGUES *et al.*, 2004). McDowell (1992) cita também como funções do sódio, manutenção de contrações musculares e cardíacas e absorção da água e de algumas vitaminas hidrossolúveis (riboflavina, tiamina e ácido ascórbico).

O excesso de sódio na dieta pode provocar prejuízos nutricionais, bem como, aumento do consumo de água pelas aves, aumentando por sua vez a umidade das excretas, o que pode causar problemas de manejo, além de níveis acima de 0,5% promoverem toxicidade e queda das variáveis de desempenho (LEESON; SUMMERS, 2001). Assim a preocupação com a alimentação das aves e a ação de seus ingredientes sobre a manutenção do pH sanguíneo é um princípio que vem sendo estudado há muitos anos, tanto com relação às

mudanças fisiológicas que ocorrem nas aves como nas modificações dos parâmetros zootécnicos relacionados. (COSTA *et al.*, 2008).

O pH sanguíneo deve se manter estável para o bom funcionamento dos processos fisiológicos, pois mudanças no equilíbrio ácido-básico têm grande influência sobre as funções das células que regulam a entrada e saída de íons para manter a homeostase, assim, falhas em manter esse equilíbrio eletrolítico podem significar ineficiência das vias metabólicas obrigando o organismo animal a desviar parte de seus recursos para alcançar a homeostase em prejuízo das demais funções como crescimento e produção. (RIBEIRO, 2007; LIMA *et al.*, 2015).

Segundo Scott, Nesheim e Young (1969), o conteúdo de sódio no organismo animal pode variar entre 0,11 e 0,13%, sendo parte deste sódio encontrado no esqueleto, na forma insolúvel, sendo praticamente inerte no organismo, e a maior porcentagem presente no líquido extracelular, com aproximadamente 93% do total de cátions do plasma sanguíneo.

Mongin (1968) propôs o uso de um balanço parcial de cátions-ânions na dieta, expresso como miliequivalentes (mEq) de sódio mais potássio menos Cloro ($\text{Na}^+ + \text{K}^+ - \text{Cl}^-$), como um método para afetar favoravelmente o balanço ácido/base do sangue, sendo este conceito aplicado em frangos de corte visando o aumento do desempenho e menor mortalidade e, em poedeiras comerciais, visando o melhor aproveitamento e qualidade dos ovos.

A deficiência de sódio na alimentação das aves provoca grande redução na produção e no peso dos ovos, no consumo de ração e no peso corporal de galinhas de postura (KUCHINSKI; HARMS; RUSSEL, 1997) e em codornas adultas, pode resultar em apatia, redução no consumo, na produtividade, baixa fecundidade e morte (OLIVEIRA; ALMEIDA, 2004). O excesso de sódio também prejudica a produção já que provoca o aumento no consumo de água, provocando elevação da umidade das excretas e da excreção urinária de sódio (BARROS *et al.*, 2004).

Muitos trabalhos demonstram resultados sobre os efeitos de níveis de sódio nas rações de aves, em especial de codornas. Oviedo Rondón *et al.* (1999) determinando a exigência nutricional de sódio para codornas japonesas na fase de postura utilizaram níveis de 0,12; 0,15; 0,18 e 0,21% de sódio, sendo observado efeito quadrático para produção de ovos e conversão alimentar, no entanto, não apresentando efeito significativo dos níveis de sódio para o consumo de ração, peso do ovo e porcentagem de casca, recomendando o nível 0,18% de sódio.

Murakami e Furlan (2002) determinando o melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura constataram que o menor nível de sódio (0,10%) adicionado à ração, correspondendo a 0,15% de sal comum, proporcionou melhor produção e qualidade dos ovos, exceto para o parâmetro Unidades Haugh, quando comparado com a ração controle. Verificaram ainda que a ausência de sal provocou grande redução na produção, no consumo de ração, na qualidade externa dos ovos e no peso corporal das codornas.

Já Pizzolante *et al.* (2006) trabalhando também com sal comum nos níveis de 0,15%, 0,25%, 0,35% e 0,45% contendo, respectivamente, 0,10%, 0,14%, 0,18% e 0,22% de sódio em rações de codornas japonesas em final de produção, não observaram diferenças significativas dos níveis de sal sobre o peso médio dos ovos, percentagem de postura, massa de ovo, consumo de ração e conversão alimentar por dúzia de ovos.

Barreto *et al.* (2007) avaliando níveis de sódio (0,017; 0,083; 0,149; 0,215 e 0,281%) em dietas de codornas japonesas em pico de postura (69 dias de idade) observaram efeito linear crescente na produção de ovos, conversão alimentar, percentagem de albúmen e de gema do ovo e na gravidade específica, bem como, efeito quadrático para o consumo de ração, peso e massa de ovo, com o aumento dos níveis de sódio na ração, recomendando 0,28% de sódio para estas aves.

Ribeiro *et al.* (2007) utilizando os níveis 0,05; 0,15; 0,25 e 0,35% de sódio na ração de codornas japonesas com 65 dias de idade verificaram efeito quadrático sobre a produção de ovos, consumo de ração, peso do ovo, massa de ovo e conversão alimentar e efeito linear decrescente na gravidade específica com o aumento dos níveis de sódio na ração, sugerindo 0,23% de sódio para obtenção do melhor desempenho.

Costa *et al.* (2008) avaliando a exigência nutricional de sódio para codornas japonesas com 65 dias de idade utilizaram os níveis 0,08; 0,16; 0,24; 0,32 e 0,40% de sódio na ração, verificando efeito quadrático para consumo de ração e de água, produção e massa de ovo, entretanto sem efeito significativo para peso do ovo e conversão alimentar, recomendando 0,23% de sódio.

Goulart *et al.* (2008) avaliando os níveis 0,06; 0,12; 0,18; 0,24 e 0,30% de sódio para codornas japonesas na fase de 1 a 21 dias de idade observaram efeito não significativo dos níveis de sódio para o consumo de ração e para a relação do consumo de ração: consumo de água. No entanto, houve efeito quadrático para ganho de peso e conversão alimentar atingindo o melhor desempenho com 0,216 e 0,222% de sódio, respectivamente, e aumento linear do consumo de água com o acréscimo de sódio na ração.

Petrucci *et al.* (2008) utilizando 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25 e 0,30% de sódio nas rações para codornas japonesas com 120 dias de idade, observaram efeito quadrático dos níveis de sódio para o consumo de ração, produção de ovos, massa de ovo, ganho de peso e conversão alimentar e efeito linear crescente para o peso do ovo com o incremento de sódio na ração, indicando o nível 0,20% de sódio como suficiente para maximizar a produção de ovos de codorna.

A ingestão contínua de ração deficiente ou com excesso de sódio induz mudanças na concentração desse mineral nos tecidos e fluidos corporais, em tais circunstâncias, lesões bioquímicas podem ocorrer, funções fisiológicas podem ser afetadas e desordens estruturais podem acontecer, podendo ser variadas de acordo com o grau e duração da deficiência dietética ou toxidez, a idade, o sexo e a espécie animal envolvida. Assim, para prevenção dessas mudanças, o animal deve ser alimentado com dietas palatáveis e atóxicas, contendo níveis de sódio e de outros nutrientes, em quantidades e proporções exigidas e em formas disponíveis para o organismo animal (RIBEIRO, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os protocolos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais em 17 de maio de 2019, sob número 9648290319.

Foram realizados dois experimentos no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (DZ/UFC) no município de Fortaleza, Ceará, Brasil, sendo um ensaio de metabolismo e outro de desempenho.

O resíduo de camarão utilizado foi obtido no município de Quixelô- Ce, Brasil, proveniente da pesca artesanal de camarão no açude Orós. O mesmo foi gerado após o processo de captura, cozimento dos camarões em água e sal, secagem ao sol e separação do filé da casca e cefalotórax, através do método de batida, sendo o resíduo composto de cefalotórax, casca e cauda do camarão, bem como, pequenos camarões.

Após a obtenção do resíduo, este foi moído, dando origem à farinha do resíduo de camarão (FRC) que foi utilizada na presente pesquisa.

3.1 Composição química e valores de energia metabolizável da farinha do resíduo de camarão

Amostras da FRC foram encaminhadas para o laboratório de Nutrição Animal do DZ da UFC (LANA/DZ/UFC) para a determinação dos teores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) de acordo com Silva e Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com a metodologia de Van Soest *et al.* (1991) e energia bruta por meio de bomba calorimétrica (C200, IKA®, Stauten, Alemanha).

A determinação das concentrações dos minerais cálcio, fósforo e sódio nas amostras da FRC foi realizada no laboratório de Solos da EMBRAPA Agroindústria Tropical conforme metodologia descrita por Silva (2009), sendo as amostras preparadas por meio de digestão em uma mistura de ácido nítrico (HNO_3 65%) e ácido perclórico (HClO_4 72%), na proporção de 3:1 e a concentração determinada em espectrofotometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), utilizando espectrômetro simultâneo Perkin Elmer (Optima 4300DV).

Para a determinação do valor de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida para balanço de nitrogênio (EMA_n) foi realizado um ensaio de metabolismo, por meio do método de coleta total de excretas. Foram utilizadas 96 codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*) com 28 dias de idade, alojadas em baterias de gaiolas metálicas com dimensões 50x50x50 cm (comprimento x largura x altura), equipadas com comedouro tipo calha, bebedouro de pressão e bandejas metálicas para coleta de excretas. As aves foram pesadas e distribuídas de acordo com peso médio, segundo Sakomura e Rostagno (2016) em delineamento inteiramente casualizado constituído de três tratamentos, quatro repetições de oito aves por unidade experimental.

Os tratamentos consistiram de uma ração referência, a base de milho e farelo de soja (Tabela 4), formulada de acordo com as recomendações nutricionais de Silva e Costa (2009) considerando os valores de composição dos alimentos propostos por Rostagno *et al.* (2017) e duas rações testes onde foram utilizados os níveis de 20 e 40% de substituição da dieta basal pela FRC.

O ensaio teve duração de sete dias, três dias para adaptação das aves às gaiolas e quatro dias para a coleta das excretas. Durante todo o período do ensaio, ração e água foram fornecidas à vontade.

Tabela 4 – Composição percentual e nutricional calculada da ração referência utilizada no ensaio de metabolismo para codornas européias em fase de crescimento

Ingredientes	Quantidade (%)
Milho	54,810
Farelo de soja	40,787
Óleo de soja	1,319
Calcário calcítico	1,185
Fosfato bicálcico	0,945
Sal comum	0,355
DL- metionina	0,244
L-lisina	0,056
Cloreto de Colina	0,050
Suplemento vitamínico ¹	0,150
Suplemento mineral ²	0,050
Anticoccidiano	0,050
Total	100,000
Composição nutricional e energética calculada	
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.950
Proteína bruta (%)	23,000
Cálcio (%)	0,750
Fósforo disponível (%)	0,290
Cloro (%)	0,265
Sódio (%)	0,160
Lisina digestível (%)	1,184
Metionina+cistina digestível (%)	0,858
Treonina digestível (%)	0,783
Triptofano digestível (%)	0,265

¹Composição por kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg; ²Composição por kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg.

Para a coleta das excretas as bandejas de alumínio foram previamente revestidas com plástico, a fim de se coletar o conteúdo excretado pelas aves. Foi adicionado às rações 1% de óxido férrico como marcador para identificar o início e o fim do período de coleta. Foram realizadas duas coletas diárias, as 08h00min e as 16h00min, sendo estas pesadas, acondicionadas em recipientes plásticos e armazenadas em freezer a -10 °C para posterior análise laboratorial.

Ao final do período de coleta as excretas foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e secas em estufa de ventilação forçada (55 °C) por um período de 72 horas. Em seguida, amostras das excretas pré-secas, das rações e da FRC foram encaminhadas para laboratório, onde foram moídas em moinho de faca com peneira de 16 mash com crivos de 1mm e então submetidas as análises de determinação de MS e N, segundo a metodologia

descrita por Silva e Queiroz (2002) e de energia, determinada em bomba calorimétrica (C200, IKA®, Stauten, Alemanha).

Para os cálculos dos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) foram utilizados os dados laboratoriais aplicando-os às equações propostas por Matterson *et al.* (1965).

3.2 Inclusão da farinha do resíduo de camarão na ração de postura para codornas européias

O experimento de desempenho das aves foi realizado em galpão convencional de criação de codornas de postura, equipado com gaiolas de arame galvanizado 35x25x20 cm (comprimento x largura x altura) com capacidade para alojar cinco codornas por gaiola, sendo estas, dispostas em sistema piramidal dispondo de comedouro linear tipo calha, bebedouro tipo nipple e bandeja coletora de ovos.

Para a condução do experimento utilizou-se 200 codornas européias (*Coturnix coturnix coturnix*) na fase de produção com 28 semanas de idade, sendo as aves selecionadas, com base no peso e produção de ovos, em seguida distribuídas uniformemente nas gaiolas de modo que todas as repetições fossem compostas por aves com pesos e produções de ovos similares, conforme recomendações de Sakomura e Rostagno (2016). As codornas foram então distribuídas nas gaiolas seguindo um delineamento inteiramente casualizado composto por quatro tratamentos e cinco repetições de dez aves, sendo a unidade experimental constituída de oito fêmeas e dois machos. Os tratamentos foram a ração controle, a base de milho e farelo de soja, e outras três com a inclusão de 5, 10 e 15% da FRC.

Para a formulação das rações foram utilizados os valores de composição química dos alimentos indicados por Rostagno *et al.*, (2017), exceto para a farinha do resíduo de camarão onde foi considerada a determinada em laboratório, bem como, a obtida na literatura (Tabela 3). Para as exigências nutricionais foram consideradas as recomendações propostas por Silva e Costa (2009), sendo as rações formuladas para serem isoenergéticas em todos os níveis e isonutrientes, com exceção do nível de sódio que foi flexibilizado para permitir maior inclusão do alimento avaliado (Tabela 5).

O período experimental teve duração de 105 dias, divididos em 5 períodos de 21 dias. Durante todo o período experimental ração e água foram fornecidas *ad libidum* e as aves

foram submetidas a um programa de luz de 16 horas por dia (12 horas natural + 4 horas artificial). A coleta e contagem dos ovos foram realizadas diariamente no período da manhã.

Tabela 5 – Composição percentual e nutricional das rações experimentais para codornas européias em fase de postura

Ingrediente	Nível de inclusão da FRC (%)			
	0,00	5,00	10,00	15,00
Milho	51,970	53,450	54,680	55,470
Farelo de soja	36,500	31,640	26,830	22,100
FRC	0,000	5,000	10,000	15,000
Óleo de soja	2,270	1,740	1,300	1,010
Calcário calcítico	6,970	6,510	6,050	5,590
Fosfato bicálcico	1,160	0,820	0,480	0,140
Sal comum	0,530	0,200	0,000	0,000
DL- metionina	0,210	0,220	0,220	0,220
L- lisina	0,130	0,130	0,120	0,110
L- treonina	0,110	0,140	0,170	0,210
Suplemento vitamínico ¹	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento mineral ²	0,050	0,050	0,050	0,050
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
R\$/kg³	1,17	1,10	1,03	0,97
Composição nutricional e energética calculada				
Energia metabolizável (kcal/kg)	2.800	2.800	2.800	2.800
Proteína bruta (%)	21,000	21,000	21,000	21,000
Cálcio (%)	3,000	3,000	3,000	3,000
Fósforo disponível (%)	0,320	0,320	0,320	0,320
Sódio (%)	0,230	0,230	0,282	0,415
Lisina digestível (%)	1,130	1,130	1,130	1,130
Metionina+cistina digestível (%)	0,840	0,840	0,840	0,840
Treonina digestível (%)	0,810	0,810	0,810	0,810
Triptofano digestível (%)	0,239	0,228	0,218	0,207

¹Composição por kg do produto: Vit. A – 9.000.000,00 UI; Vit. D3 – 2.500.000,00 UI; Vit. E – 20.000,00 mg; Vit. K3 – 2.500,00 mg; Vit. B1 – 2.000,00 mg; Vit. B2 – 6.000,00 mg; Vit. B12 – 15,00 mg; Niacina – 35.000,00 mg; Ácido pantotênico – 12.000,00 mg; Vit. B6 – 8.000,00 mg; Ácido fólico – 1.500,00 mg; Selênio – 250,00 mg; Biotina – 100,00 mg; ²Composição por kg do produto: Ferro – 100.000,00 mg; Cobre – 20,00 g; Manganês – 130.000,00 mg; Zinco – 130.000,10 mg; Iodo – 2.000,00 mg; ³Valor (R\$) por quilo de ingrediente obtido no segundo semestre de 2019: Milho – 0,80; Farelo de soja – 1,56; FRC – 0,40; Óleo de soja – 3,00; Calcário calcítico – 0,27; Fosfato bicálcico – 3,00; Sal comum – 0,32; DL- metionina – 11,67; L- lisina – 7,78; L- treonina – 9,77; Suplemento vitamínico – 17,86; Suplemento mineral – 7,99.

As variáveis ambientais de temperatura e umidade do ar no interior do galpão foram medidas com termohigrômetro. As médias de mínima e máxima para temperatura ambiente e umidade relativa do ar durante o período experimental foram, respectivamente, de 27,36 e 32,25 °C e de 59,82 e 78,90%.

Para avaliar o efeito da inclusão da FRC sobre a metabolização dos nutrientes e da energia das rações, procedeu-se o método de coleta total de excretas com uso de 1% de óxido

férrico como marcador nas rações. Para isso, no quarto período experimental foram instaladas, sob as gaiolas, bandejas de alumínio revestidas com plástico. O período de coleta teve duração de quatro dias e não houve período de adaptação, pois as aves já estavam habituadas com a ração e com as gaiolas.

Para os cálculos dos valores de energia metabolizável aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) e coeficientes de metabolizabilidade da matéria seca (CMMS), nitrogênio (CMN) e energia bruta (CMEB), foram utilizados os dados laboratoriais aplicando-os às equações propostas por Matterson *et al.* (1965).

Para a avaliação do desempenho das aves foram determinados consumo de ração (g/ave/dia), porcentagem de postura (%/ave/dia), peso médio do ovo (g), massa de ovos (g/ave/dia) e conversão alimentar por massa de ovos. O consumo de ração foi calculado pela diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras ao final de cada período. A produção de ovos foi registrada diariamente, e a porcentagem de postura foi calculada por repetição ao final de cada período. O peso médio do ovo foi determinado pela divisão do peso total de ovos coletados pelo número de ovos produzidos por repetição. A partir do número de ovos e do peso médio do ovo calculou-se a massa de ovos por unidade experimental e por período. A conversão alimentar foi calculada com base nos dados de consumo de ração e da massa de ovos produzida.

Para a avaliação da qualidade dos ovos, durante o período experimental, um dia por semana todos os ovos de cada parcela foram coletados, identificados e levados para laboratório de análise de ovos do setor de avicultura DZ/UFC onde se realizou as medidas para o cálculo da densidade específica (g/cm³), unidade Haugh, percentual (%) de gema, casca e albúmen, espessura da casca (mm) e cor da gema. Inicialmente foi determinado o peso médio dos ovos por meio de pesagens individuais de todos os ovos de cada repetição, em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Após a pesagem foram selecionados três ovos por parcela para serem submetidos, em sequência, às demais análises.

Para obtenção da densidade específica (DE) dos ovos foi mensurado o peso do ovo no ar e na água, para isto montando um sistema de pesagem dos ovos sobre balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Os dados foram posteriormente utilizados para o cálculo da DE através da fórmula matemática conforme procedimentos descritos por Freitas *et al.* (2004).

A avaliação da qualidade do albúmen foi realizada com a determinação da unidade Haugh. Para isso, após a determinação da densidade específica, os ovos foram quebrados sobre uma superfície plana de vidro e com a utilização de um micrômetro de

profundidade foi medida a altura (mm) do albúmen denso. Com as medidas de peso do ovo no ar e altura do albúmen realizaram-se os cálculos utilizando a Equação 1:

$$UH = 100 \times \log(H - 1,7 \times P^{0,37} + 7,6) \quad (1)$$

Onde:

UH = unidade Haugh

H = altura do albúmen (mm)

P = peso do ovo (g)

Após a medida da altura do albúmen este foi separado da gema, sendo a mesma retirada e pesada. Para se obter o seu percentual, o peso da gema foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100. As cascas dos ovos submetidos à quebra foram separadas, lavadas e postas para secar. Depois de secas, foram pesadas em balança semi-analítica, com sensibilidade de 0,01g. Para a obtenção do percentual, o peso da casca foi dividido pelo peso do ovo, multiplicando-se o valor obtido por 100. O percentual de albúmen foi obtido por diferença, através da Equação 2:

$$\% \text{ Albúmen} = 100 - (\% \text{ Gema} + \% \text{ Casca}) \quad (2)$$

Para a determinação da espessura da casca dos ovos, após a pesagem das cascas foram retirados fragmentos de casca dos pólos maior e menor e região equatorial dos ovos para a medida da espessura da casca em cada região com o uso de micrômetro externo com divisões de 0,01mm. A espessura da casca considerada foi a média da espessura obtida nas três regiões do ovo. Por fim, a avaliação da cor da gema foi feita após a pesagem das gemas através do sensor LED color fan (DSM YOLK COLOR FAN, 2005 – HMB 51548).

Para análise da viabilidade econômica da inclusão da FRC nas rações, determinou-se inicialmente o custo por quilograma de cada ração experimental, considerando as suas respeitavas composições e os preços dos ingredientes no município de Fortaleza, Ceará, Brasil (Tabela 3). A partir desses dados determinou-se o custo da ração por quilograma de ovo (CR), adaptando-se a Equação (3) proposta por Bellaver *et al.* (1985), sendo esta:

$$Y_i = (Q_i \times P_i) / M_i \quad (3)$$

Em que:

Y_i = custo da ração por quilograma ovo no i-ésimo tratamento

Q_i = quantidade de ração consumida no i-ésimo tratamento

P_i = preço do quilograma da ração utilizada no i-ésimo tratamento

M_i = massa de ovo do i-ésimo tratamento

Em seguida, foram calculados o índice de eficiência econômica (IEE) e o índice de custo (IC) propostos por Fialho *et al.* (1992) de acordo com as Equações 4 e 5:

$$IEE = (MC_{ei} / CT_{ei}) \times 100 \quad (4)$$

$$IC = (CT_{ei} / MC_{ei}) \times 100 \quad (5)$$

Em que:

MC_{ei} = menor custo da ração por quilograma de ovo, observado entre os tratamentos

CT_{ei} = custo do tratamento i considerado

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software “Statistical Analyses System”. Todos os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do procedimento ANOVA do SAS.

Para os dados do ensaio de metabolismo da FRC foi aplicada apenas a análise de variância. Já para os dados de digestibilidade das rações, desempenho das aves, qualidade dos ovos e viabilidade econômica, obtidos para todos os tratamentos, foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo teste de Dunnett (5%). Posteriormente, os dados relacionados aos níveis da FRC nas rações foram submetidos à análise de regressão, por meio do procedimento GLM do SAS, com esta sendo os graus de liberdade, desdobrados em polinômios linear e quadrático, para estabelecer a curva que melhor descreve o comportamento dos dados.

4 RESULTADOS

4.1 Composição química e valores de energia metabolizável da farinha do resíduo de camarão

Os resultados da composição da farinha do resíduo de camarão, expressos na matéria natural estão dispostos na Tabela 6. Os resultados da composição da farinha do resíduo de camarão utilizada nas dietas experimentais demonstraram valores consideráveis de matéria seca (88,34%), proteína bruta (41,41%), matéria mineral (24,67%), cálcio (5,14%), fósforo total (1,45%), fibra em detergente neutro (54,73%), fibra em detergente ácido (34,05%) e extrato etéreo (5,55%) estando os valores próximos aos encontrados por outros autores (ROSENFELD *et al.*, 1997; GERNAT, 2001; CARRANCO-JÁUREGUI *et al.*, 2006; KHEMPAKA *et al.*, 2006). No geral, sua composição assemelha-se a encontrada pelos mesmos autores, atentando ao elevado teor de sódio (2,66%) presente no resíduo utilizado no presente estudo, não sendo abordado em outros trabalhos. Fato esperado pelo tipo de processamento (salga) pelo qual o resíduo foi obtido.

Tabela 6 – Composição da farinha do resíduo de camarão utilizada nas dietas experimentais, com base na matéria natural

Nutrientes	FRC
Matéria seca (%)	88,34 ¹
Proteína bruta (%)	41,41 ¹
Cálcio (%)	5,14 ²
Fósforo total (%)	1,45 ²
Sódio (%)	2,66 ²
Extrato etéreo (%)	5,55 ¹
Matéria mineral (%)	24,67 ¹
Fibra em detergente ácido (%)	34,05 ¹
Fibra em detergente neutro (%)	54,73 ¹
Metionina digestível (%)	0,66 ³
Lisina digestível (%)	2,50 ³
Treonina digestível (%)	0,83 ³
Triptofano digestível (%)	0,32 ³

¹Composição dos ingredientes determinada em laboratório de Nutrição Animal (LANA/DZ/UFC); ²Composição dos ingredientes determinada em laboratório de solo (EMBRAPA Agroindústria Tropical); ³Composição dos ingredientes segundo Rosenfeld *et al.* (1997).

Os valores de energia metabolizável da FRC estão apresentados na Tabela 7. Na determinação da energia metabolizável com codornas européias, observou-se que não houve

diferença significativa ($P < 0,05$) entre os valores de energia metabolizável aparente (EMA) e aparente corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMAn) determinadas nos níveis de 20 e 40% de substituição da ração referência, tanto na matéria natural quanto na matéria seca.

A ocorrência de diferença significativa entre níveis de substituição da ração referência pelo alimento teste em ensaios de metabolismo é geralmente correlacionada às características do alimento em estudo, sendo os principais fatores aqueles que afetam o consumo, como a palatabilidade, forma física do alimento e teor e tipo de fibra que interferem na taxa de passagem e na degradação enzimática (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016).

Tabela 7 – Valores médios de energia metabolizável aparente (EMA) e energia metabolizável aparente corrigida (EMAn) da farinha do resíduo de camarão determinados com codornas européias expressos na matéria natural e na matéria seca

Níveis da FRC (%)	EMA (kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MS)	EMAn (kcal/kg MN)
20	2.672,5	2.368,5	2.092,2
40	2.705,0	2.385,8	2.107,5
Média	2.688,7	2.377,1	2.099,8
EPM ¹ (%)	3,08	2,46	2,46
Efeitos estatísticos		<i>p</i> -valor	
Análise de variância	0,5118	0,6189	0,6185

¹Erro padrão da média.

Contudo, a alta concentração de sódio e de polissacarídeos não amiláceos, caracterizado pelas fibras insolúveis em detergente neutro e ácido presentes na FRC avaliada não comprometeram a determinação da energia metabolizável nos dois níveis testados (20 e 40%). Portanto, a média dos valores de EMAn, obtidos nos dois níveis de substituição do ensaio, pode ser adotada para caracterizar a farinha do resíduo de camarão, sendo 2.377,10 Kcal/kg na matéria seca e 2.099,80 Kcal/kg na matéria natural.

Rosenfeld *et al.* (1997) e Genart (2001), ambos aplicando o método de Sibbald (1976) para a determinação da energia metabolizável aparente corrigida da farinha do resíduo de camarão substituindo parte da ração para frangos de corte e poedeiras, respectivamente, obtiveram valores de 2.3970kcal/kg e 2.2340kcal/kg na matéria seca, corroborando com os valores encontrados no presente estudo.

4.2 Metabolização dos nutrientes e energia metabolizável das rações experimentais

Os coeficientes de metabolização dos nutrientes e os valores de energia metabolizável das rações durante os experimentos estão apresentados na Tabela 8. Na comparação dos tratamentos que tiveram a inclusão da FRC e o tratamento controle houve efeito significativo apenas para o coeficiente de metabolização do nitrogênio que foi menor na ração com a inclusão de 15% da FRC (23,22%) quando comparado ao controle (31,41%), não havendo efeito para as demais variáveis. Também não foi detectado efeito linear e quadrático para nenhuma das variáveis.

Tabela 8 – Coeficientes de metabolização e valores de energia metabolizável das rações para codornas européias na fase de produção contendo farinha do resíduo de camarão

Níveis da FRC (%)	CMMS ¹ (%)	CMEB ² (%)	CMN ³ (%)	EMA ⁴ (kcal/kg MS)	EMAn ⁶ (kcal/kg MS)	EMAn ⁵ (kcal/kg MN)
0	67,10	77,17	31,41	3.488,8	3.383,4	2.990,8
5	66,05	76,21	26,09	3.412,0	3.329,8	2.936,6
10	66,96	76,24	24,67	3.388,6	3.310,2	2.942,4
15	66,40	75,82	23,22*	3.392,8	3.321,8	2.940,8
Média	66,63	76,36	26,35	3.420,5	3.336,3	2.952,7
CV ⁷ (%)	2,90	1,83	16,46	1,83	1,59	1,59
EE ⁸	<i>p</i> -valor					
AV ⁹	0,8097	0,4911	0,0440	0,0761	0,1769	0,2589
RL ¹⁰	0,7776	0,6515	0,3230	0,6266	0,8079	0,8841
RQ ¹¹	0,5167	0,7798	0,9935	0,6962	0,5969	0,8868

¹CMMS - coeficiente de metabolização da matéria seca; ²CMEB - coeficiente de metabolização da energia bruta; ³CMN - coeficiente de metabolização do nitrogênio; ⁴EMA = energia metabolizável aparente; ⁵EMAnMN - energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio na matéria natural; ⁶EMAnMS - energia metabolizável aparente corrigida para balanço de nitrogênio na matéria seca; ⁷CV - coeficiente de variação; ⁸EE - efeitos estatísticos; ⁹AV - análise de variância; ¹⁰RL - regressão linear; ¹¹RQ - regressão quadrática. *Efeito estatístico significativo pelo Teste de Dunnett (P<0,05).

O menor coeficiente de metabolização do nitrogênio observado no nível de inclusão de 15% da FRC pode ser associado com a propriedade da quitina em ligar-se fortemente a proteínas (CAMPANA-FILHO, 2007) indisponibilizando esse nitrogênio durante o processo digestivo e absorvivo, uma vez que as aves não possuem enzimas endógenas quitinolíticas que permitam a degradação da quitina. Esse fato pode ser evidenciado pelo método de extração comercial de quitina, a partir do resíduo de camarões, que consiste como um processo essencialmente de desproteinização (ABRAM; HIGUERA, 2004).

Embora o resíduo do camarão tenha afetado negativamente o coeficiente de

metabolização do nitrogênio, essa redução não comprometeu o aproveitamento da energia das rações, uma vez que os valores de energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio não foram afetados.

Considerando a composição do alimento avaliado, a hipótese inicial era que a inclusão deste resíduo pudesse comprometer o aproveitamento dos nutrientes e da energia da ração, pois elevado teor de fibra de origem animal presente na FRC utilizada nesse estudo (34,05% de fibra em detergente ácido e 54,73% de fibra em detergente neutro) poderia comprometer a digestibilidade dos nutrientes, principalmente, por que a maior parte dessa fibra é representada pela quitina, cuja concentração no resíduo de camarão varia de 17 a 32%, a depender das condições de processamento e espécie de camarão (SHAIDI; SYNOWIECKI, 1991; SYNOWIECKI; AL-KHATEEB 2000). Contudo, embora as médias dos coeficientes de metabolização avaliados tenham apresentado comportamento de decréscimo à medida em que houve aumento da inclusão do resíduo nas rações, nenhum efeito estatístico foi detectado para os coeficientes de metabolização da matéria seca e da energia bruta, indicando que a inclusão de até 15% do resíduo do camarão não afeta o aproveitamento dos mesmos.

Nos resultados para as variáveis de desempenho (Tabela 9), a análise de variância indicou diferença significativa entre os tratamentos que continham a FRC em relação ao tratamento controle para o consumo de ração, produção de ovos e massa de ovos, não sendo detectado efeito significativo para o peso médio do ovo e a conversão alimentar por massa de ovos. Conforme o teste de médias observou-se piora significativa no consumo de ração, na produção e massa de ovos apenas entre as aves que foram alimentadas com 15% de inclusão da FRC em relação às aves do tratamento controle.

Todavia, na análise de regressão, observou-se que com aumento da inclusão da FRC houve redução linear no consumo de ração ($Y = 33,9936 - 0,2835x$; $R^2 = 0,33$), produção de ovos ($Y = 96,7203 - 1,6078x$; $R^2 = 0,50$) e massa de ovos ($Y = 12,9097 - 0,2142x$; $R^2 = 0,40$) e piora linear para conversão alimentar por massa de ovos ($Y = 2,5681 + 0,0355x$; $R^2 = 0,31$).

O efeito negativo da FRC sobre o consumo de ração pode ser associado às características do alimento em estudo. O elevado teor de fibra das rações com maior inclusão da FRC pode ter interferido na taxa de passagem e na degradação enzimática do alimento (SAKOMURA e ROSTAGNO, 2007), elevando o tempo de permanência no trato gastrointestinal e, conseqüentemente, aumentando a sensação de saciedade que, por sua vez, reduziu a ingestão de ração. Por outro lado, o elevado conteúdo de sódio da FRC fez com que a ração com a inclusão de 15% de FRC tivesse aumento do nível desse mineral em 80,4%

da exigência nutricional. O maior nível de sódio na ração pode induzir uma redução na ingestão de alimento e aumento no consumo de água na tentativa de não comprometer o equilíbrio osmótico e o equilíbrio ácido-básico do organismo (SILVA *et al.*, 2006). Além disso, a elevada ingestão de água associada ao maior nível de sódio na ração e a maior presença de fibra podem ter agido sinergicamente e causado sensação de saciedade nas aves diminuindo o consumo de ração.

Tabela 9 – Desempenho de codornas européias na fase de produção alimentadas com rações contendo farinha do resíduo de camarão

Níveis da FRC (%)	Parâmetros				
	CR ¹ (g/ave)	PO ² (%)	PMO ³ (g)	MO ⁴ (g/ave/dia)	CA ⁵ (g/g)
0	31,52	85,50	13,44	11,51	2,74
5	31,80	86,49	13,18	11,41	2,80
10	32,40	84,14	13,63	11,46	2,84
15	29,12*	70,85*	13,18	9,35*	3,14
Média	30,77	81,50	13,37	10,91	2,89
CV ⁶ (%)	4,38	9,94	3,22	11,28	9,68
EE ⁷	<i>p</i> -valor				
AV ⁸	0,0094	0,0288	0,3354	0,0376	0,1902
RL ⁹	0,0330	0,0047	0,9170	0,0155	0,0391
RQ ¹⁰	0,0522	0,1669	0,0917	0,0867	0,3321

¹CR - consumo de ração; ²PO - produção de ovos; ³PMO - peso médio do ovo; ⁴MO - massa de ovos; ⁵CA - conversão alimentar por massa de ovos; ⁶CV - coeficiente de variação; ⁷EE - efeitos estatísticos; ⁸AV - análise de variância; ⁹RL - regressão linear; ¹⁰RQ - regressão quadrática. *Efeito estatístico significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Diversos trabalhos têm demonstrado que aves alimentadas com rações com excesso de sódio aumentam a ingestão de água e excreção desse mineral como mecanismo regulatório da homeostase hídrica e manutenção do equilíbrio ácido-básico, em detrimento do consumo de ração, o que pode explicar a redução encontrada neste parâmetro, além de níveis acima de 0,5% promoverem toxicidade e queda das variáveis de desempenho (LEESON; SUMMERS, 2001; COSTA *et al.*, 2008).

É importante considerar que embora a exigência de sódio (SILVA; COSTA, 2009) seja de 0,23% para codornas em postura, na literatura há divergência para a recomendação do nível ideal de sódio, o que pode ser associado à genética, idade das aves e condições ambientais, bem como, os níveis testados em cada estudo. Isso sugere que é possível manter o desempenho das aves dentro dos parâmetros normais quando estas são alimentadas com rações contendo níveis de sódio acima da recomendação entre 0,24 a 0,28%

(BARRETO *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2007; COSTA *et al.*, 2008; GOULART *et al.*, 2008), o que é comprovado neste estudo, tendo em vista que a ração com inclusão de 10% de FRC teve 0,282% de sódio e os resultados de desempenho foram semelhantes ao tratamento controle.

Em relação aos efeitos na produção de ovos, pode-se inferir que este parâmetro foi negativamente afetado pela redução no consumo de ração que comprometeu a ingestão de energia pelas aves, uma vez que a inclusão de FRC não teve efeito na energia metabolizável da ração. De acordo com Leeson e Summers (1997) o atendimento da exigência de energia metabolizável da ave poedeira está diretamente relacionado com a produção de ovos. Assim, a redução na ingestão de energia diária promoverá redução na produção, o que foi observado para as codornas nesse experimento.

Considerando-se que o nível de proteína e, principalmente, dos aminoácidos da ração são dois fatores importantes para o tamanho ou peso do ovo, uma vez que influenciam na disponibilidade dos aminoácidos para os processos metabólicos (MURAKAMI, 2002), observou-se que o peso médio dos ovos não variou significativamente entre os tratamentos, embora a metabolização do nitrogênio e o consumo de ração tenham reduzido à medida que houve a inclusão da FCR. Contudo, deve-se considerar que houve redução na produção de ovos e, conseqüentemente, nas exigências em aminoácidos para formação destes o que pode ter garantido a produção de ovos com pesos semelhantes. Além disso, as rações foram calculadas para manterem a suplementação de aminoácidos sintéticos, o que pode ter contribuído para um melhor perfil de aminoácidos para as aves uma vez que a redução foi na metabolização do nitrogênio total da ração, o que inclui nitrogênio protéico e não protéico.

Por sua vez, considerando que a massa de ovos depende da produção de ovos e do peso médio do ovo e, que o peso dos ovos não variou entre os tratamentos, os efeitos na produção de ovos se refletiram diretamente na massa de ovos.

Para conversão alimentar, observou-se que, embora os números indiquem piora na conversão alimentar entre os resultados obtidos para os diferentes níveis de FRC e o grupo controle, não houve diferença significativa. Esse tipo de resultado pode ser associado à proporcionalidade entre os valores do consumo e da produção, visto que a redução no desempenho foi reflexo do menor consumo de ração pelas aves que receberam ração com FRC. Contudo, a piora linear na conversão alimentar com o aumento da inclusão do FRC acima de 5%, reflete os efeitos deletérios associados à maior inclusão da FRC sobre a produção.

Os efeitos da inclusão da FRC na ração sobre o desempenho das codornas

observados na presente pesquisa diferem, em parte, de alguns relatos para uso de resíduos do camarão na alimentação de galinhas poedeiras. Gernat (2001) relatou aumento no consumo de ração sem influência na produção de ovos e, conseqüentemente piora na conversão alimentar quando a FRC substituiu o farelo de soja da ração a partir de 40% (9,4% de FRC na ração). Carranco *et al.* (2003) e Carranco-Jáuregui *et al.* (2006) não observaram diferenças significativas nas variáveis produtivas ao fazerem a inclusão de até 25% da FRC. Contudo, vale ressaltar que os autores não relatam, na caracterização do produto testado e nas rações, o excesso de sódio, sendo essa característica inerente ao tipo de processamento do qual o resíduo é obtido.

Para os resultados de qualidade dos ovos (Tabela 10), observou-se diferença significativa entre os tratamentos para a densidade específica, unidade Haugh, percentagem de casca, espessura da casca e cor da gema. Não foram encontrados efeitos estatísticos para porcentagens de albúmen e gema.

Tabela 10 – Qualidade de ovos de codornas européias na fase de produção alimentadas com rações contendo farinha do resíduo de camarão

Níveis da FRC (%)	Parâmetros						
	DE ¹ (g/cm ³)	UH ²	AL ³ (%)	GE ⁴ (%)	CA ⁵ (%)	EC ⁶ (mm)	Cor
0	1,076	94,93	62,25	29,65	8,11	0,230	6,27
5	1,071*	92,92*	61,48	31,01	7,92	0,222	6,29
10	1,069*	93,07*	61,84	30,41	7,76	0,222	6,76*
15	1,064*	92,50*	61,96	30,76	7,71*	0,218*	6,88*
Média	1,070	93,36	61,88	30,45	7,87	0,223	6,56
CV ⁷ (%)	0,19	1,11	1,57	3,13	2,83	2,84	4,13
EE ⁸	<i>p</i> -valor						
AV ⁹	0,0001	0,0095	0,6558	0,1677	0,0499	0,0276	0,0034
RL ¹⁰	0,0001	0,5301	0,4383	0,7033	0,0830	0,3036	0,0013
RQ ¹¹	0,1376	0,3372	0,8293	0,4157	0,5581	0,5577	0,1368

¹DE - densidade específica; ²UH - unidade Haugh; ³AL - porcentagem de albúmen; ⁴GE - porcentagem de gema; ⁵CA - porcentagem de casca; ⁶EC = espessura da casca; ⁷CV - Coeficiente de variação; ⁸EE - efeitos estatísticos; ⁹AV - análise de variância; ¹⁰RL - regressão linear; ¹¹RQ - regressão quadrática. *Efeito estatístico significativo pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Conforme os resultados, em relação às aves do grupo controle, aquelas alimentadas com a inclusão da FRC nos níveis 5, 10 e 15% apresentaram redução significativa nos valores de densidade específica e unidade Haugh. O nível de 15 % de FRC , também promoveu redução na porcentagem e espessura da casca. Contudo a inclusão de FRC melhora a coloração das gemas, obtendo-se resultados significativamente melhores quando as

aves foram alimentadas com rações contendo 10 e 15% da FRC. Na análise de regressão, observou-se piora linear para densidade específica ($Y = 1,0758 - 0,0007x$; $R^2 = 0,69$) e melhora linear para cor das gemas ($Y = 6,0601 + 0,0590x$; $R^2 = 0,56$).

O efeito negativo da inclusão da FRC sobre a unidade Haugh pode ser reflexo da redução do coeficiente de metabolização do nitrogênio observado nesse estudo, considerando que esse parâmetro está diretamente relacionado com a qualidade da proteína secretada no oviduto. Dessa forma, a indisponibilidade dos aminoácidos ligados a quitina da FRC não proporcionaram o aporte para formação de albúmen com qualidade compatível ao obtido no tratamento controle. Contudo, há de se considerar que embora tenha havido uma redução nos valores encontrados em todos os tratamentos com níveis de FRC, esses se encontram dentro de padrões excelentes de qualidade do albúmen (valores entre 70 e 80) de acordo com Villa *et al.* (1987) e Sliusar (1972). Ademais, sabe-se que o pH sanguíneo deve se manter estável para o bom funcionamento dos processos fisiológicos ocorrendo mudanças no equilíbrio ácido-básico quando há excesso de algum íon na alimentação como sódio e cloro, influenciando a homeostase e podendo, assim, ocorrer falhas em manter esse equilíbrio eletrolítico obrigando o organismo animal a desviar parte de seus recursos para alcançar a homeostase em prejuízo das demais funções como crescimento e produção. (RIBEIRO, 2007; LIMA *et al.*, 2015).

Os efeitos sobre a qualidade do albúmen observados diferem de alguns estudos com poedeiras. Carranco *et al.* (2003) e Carranco-Jáuregui *et al.* (2006) não encontraram diferenças significativas para unidade Haugh utilizando até 25% de FRC nas rações de poedeiras, bem como, Chacón *et al.* (2016) incluindo a FRC no nível de até 15%. Entretanto, mesmo havendo piora nos parâmetros de qualidade do albúmen, a porcentagem deste entre os tratamentos contendo a FRC não diferiu do tratamento controle demonstrando que mesmo de menor qualidade a deposição de proteína no albúmen ocorreu. Semelhantemente, a porcentagem de gema não diferiu nos tratamentos contendo a FRC em relação ao tratamento controle, podendo ser associada ao não comprometimento do aproveitamento da energia das rações, uma vez que os valores de energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio não foram afetados mantendo a deposição de lipídios para a formação da gema.

Já a piora observada nos parâmetros de qualidade da casca pode ser associada além da presença de quitina na FRC que possivelmente impossibilitou a absorção de nutrientes, em especial de minerais, por suas características semelhantes as das fibras encontradas nos vegetais, como também à presença do sal comum na FRC, adicionado durante o processamento do camarão. Composto de 39,7% de sódio e 59,6% de cloro (ROSTAGNO *et al.*, 2017), o sal comum incrementou a concentração desses minerais nas

rações com maior inclusão da FRC, cujo o teor de sódio determinado foi de 2,66%. Dessa forma, a inclusão da FRC inevitavelmente promoveu aumento da concentração de sódio na ração que já ficou acima da recomendação (0,23%), a partir do nível de 10%. Além do sódio, a quantidade de cloro, certamente, também se elevou nas rações.

De acordo com Mongin (1968) a casca do ovo é a variável mais afetada pela variação dos níveis de sódio e cloro nas rações, devido às alterações no equilíbrio ácido-base, que é um fator importante na formação da casca de ovo. Hall e Helbacka (1959) sugeriram que a deposição de carbonato de cálcio na casca dos ovos depende do pH do sangue, onde os íons sódio e cloro são os principais reguladores e, portanto, a proporção desses minerais na dieta podem resultar em acidose ou alcalose metabólica (COHEN *et al.*, 1972).

A manutenção do equilíbrio ácido-base é importante porque durante a formação da casca, há a redução do pH do fluido uterino, resultando em condição de acidose, que é agravada com a formação de carbonato pela glândula da casca, e em condições normais, pode ser parcialmente compensada pela hiperventilação e pela formação de urina ácida. Essa compensação é necessária por que a atividade ideal da anidrase carbônica encontra-se em um meio ligeiramente alcalino (CHEN; BALNAVE, 2001). Contudo, em condições de acidose, dado pelo consumo excessivo de cloreto, há limitação do transporte de cálcio para a glândula da casca e redução na concentração de bicarbonato no lúmen, piorando a qualidade da casca (LEESON; SUMMERS, 2001).

Além disso, de acordo com Gal-Gaber *et al.* (2003) e Costa *et al.* (2012) em condições de desbalanço eletrolítico, ocasionado pela ingestão de ração rica em cloro e principalmente sódio, há alteração no comportamento cinético do intestino delgado das aves, possivelmente, com a redução da absorção de nutrientes pela bomba de sódio e potássio, especialmente cálcio. Com a redução do cálcio absorvido, uma menor quantidade desse mineral estará disponível para a formação da casca dos ovos, produzindo ovos com casca mais frágil.

Os resultados obtidos para a qualidade de casca diferiram dos encontrados por Gernat (2001), que testou substituição ao farelo de soja em até 80% pela FRC e não observou efeito significativo na densidade específica dos ovos de galinhas poedeiras, bem como Carranco *et al.* (2003) não encontraram diferenças significativas na espessura da casca de ovos de galinhas alimentadas com níveis de até 25% de inclusão da FRC. Por outro lado, os resultados observados no presente estudo corroboram com os encontrados por Chacón *et al.* (2016) que observaram valores decrescentes para a espessura da casca do ovo quando os níveis de inclusão da FRC aumentaram até 15% nas rações. No entanto, deve-se considerar

que a divergência dos resultados pode ser atribuída ao tipo de processamento do camarão, no qual o processo de salga nem sempre é utilizado.

Já os valores obtidos na coloração das gemas mostram que a presença de astaxantina no resíduo de camarão, composto carotenóide altamente pigmentante (LIMA *et al.*, 2007), resultou na melhoria da pigmentação das gemas quando a FRC foi incluída nos níveis de 10 e 15%. Como os carotenóides não são sintetizados pelos animais sua adição é utilizada como suplemento alimentar fornecendo característica de pigmentação nestes animais, e em aves, visando aumentar a cor da gema do ovo, incrementando sua qualidade e aceitação no mercado consumidor (FONSECA *et al.*, 2006).

Outros autores relataram aumento significativo da coloração das gemas com o uso da FRC tanto em substituição ao farelo de soja, quanto pela inclusão nas rações de poedeiras comerciais, observando uma melhoria neste parâmetro nos níveis de 20% de substituição e 15% de inclusão (GERMAT, 2001; CARRANCO-JÁUREGUI *et al.*, 2006). Já a inclusão da FRC nas rações de galinhas poedeiras em até 25% aumentou significativamente a cor da gema do ovo e a concentração de astaxantina nas mesmas (CARRANCO *et al.*, 2003), comprovando que esse pigmento é transferido para o ovo.

As médias referentes ao custo com alimentação, índice de eficiência econômica e índice de custo, avaliados com a inclusão dos níveis da FRC, estão apresentadas na Tabela 11. Não foi observada diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos com a inclusão da FRC sobre nenhuma das variáveis de viabilidade econômica.

Tabela 11 – Avaliação econômica da inclusão da farinha do resíduo de camarão na alimentação de codornas européias na fase de produção

Níveis da FRC (%)	CA ¹ (R\$/kg de massa de ovos)	Índice de eficiência econômica (%)	Índice de custo (%)
0	3,25	91,76	110,12
5	3,10	95,07	105,14
10	2,95	100,00	100,00
15	3,08	94,46	105,78
Média	3,10	95,74	105,25
CV ² (%)	9,52	8,73	9,47
EE ³		<i>p-valor</i>	
AV ⁴	0,4815	0,4870	0,4802
RL ⁵	0,8292	0,8257	0,8290
RQ ⁶	0,4007	0,3810	0,4029

¹CA – custo com alimentação; ²CV - coeficiente de variação; ³EE - efeitos estatísticos; ⁴AV - análise de variância; ⁵RL - regressão linear; ⁶RQ - regressão quadrática.

Com relação às variáveis de viabilidade econômica o custo do quilograma das rações testadas reduziu gradativamente com a inclusão da FRC, de R\$ 1,17 na ração controle para R\$ 0,97 na ração com 15% de FRC, aproximadamente 17%. No entanto, a redução no custo do quilograma de ração não influenciou os resultados de viabilidade, pois o nível de FRC não afetou a conversão alimentar das aves, sendo as variáveis de viabilidade econômica um reflexo da eficiência das aves de cada tratamento em converter a ração ingerida em massa de ovos.

Contudo, deve-se considerar que, embora a viabilidade econômica tenha sido estatisticamente semelhante entre os tratamentos, o desempenho das aves alimentadas com ração com 15% de FRC foi inferior ao dos demais tratamentos, em virtude do baixo consumo ter afetado negativamente a produção e a massa de ovos, e, embora, do ponto de vista da avaliação econômica com os custos com alimentação essa redução tenha sido compensada pelo menor custo de ração consumida, do ponto de vista técnico os resultados obtidos para esse tratamento não pode ser considerado viável, visto que prejudica a obtenção de um padrão de produção de ovos esperado para as aves, sendo o mesmo importante para obtenção do número de ovos a ser disponibilizado para o mercado.

5 CONCLUSÃO

Para codornas européias, a energia metabolizável aparente corrigida da farinha do resíduo de camarão é de 2.377 kcal/kg de matéria seca.

A inclusão da farinha do resíduo de camarão na ração para codornas européias em produção pode ser de até 10%.

REFERÊNCIAS

- ABRAM, A. P.; HIGUERA, I. **Em Quitina y quitosano: obtencion, caracterizacion y aplicaciones**. Lima: Pontificia Universidad Catolica, 2004.
- ALBINO, L. F. T.; BARRETO, S. L. T. **Criação de codornas para produção de ovos e carnes**. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2003.
- ALBUQUERQUE, C. S. *et al.* Chemical composition and metabolizable energy values of corn germ meal obtained by wet milling for layers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 16, n. 1, p. 107-112, 2014.
- ALMEIDA, M. I. M. *et al.* Growth performance of meat male quails (*Coturnix sp.*) of two lines under two nutritional environments. **Archives of Veterinary Science**, v. 7, n. 2, p. 103-108, 2002.
- ANDRIGUETTO J. M. *et al.* **Nutrição animal**. São Paulo: Nobel, 1983. 2 v.
- ASCHERI, J. L. R. *et al.* Resíduos sólidos da indústria de suco de maracujá: aproveitamento da casca por extrusão. *In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS*, 3., 2013, Lima. **Anais [...]**. Guaratiba: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2013. p. 122-128.
- AUSTIN, P. R. *et al.* Chitin: new facets of research. **Science**, v. 212, n. 4496, p. 749-753, 1981.
- AZEVEDO, Marise Stela Paes de. **Processamento e avaliação nutricional da farinha de resíduo de camarão para frangos de corte**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014.
- BALOGUN, A. M.; AKEGBEJO-SAMSONS, Y. Waste yield, proximate and mineral composition of shrimp resources of Nigeria's coastal waters. **Bioresource Technology**, v. 40, n. 2, p. 157-161, 1992.
- BARRETO, S. L. T. *et al.* Exigência nutricional de lisina para codornas europeias machos de 21 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 3, p.750-753, 2006.
- BARRETO, S. L. T. *et al.* Níveis de sódio em dietas para codorna japonesa em pico de postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1559-1565, 2007.
- BARROS, J. M. S. *et al.* Exigência de sódio para frangos de corte nas fases de crescimento (22 a 42 dias) e final (43 a 53 dias). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6 (Suplemento 1), p. 1721-1733, 2004.
- BARUFFALDI, R; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 317 p.

BATTISTI, M. V.; CAMPANA-FILHO, S. P. Obtenção e caracterização de α -quitina e quitosanas de cascas de *Macrobrachium rosenbergii* (camarão da Malásia). **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 8, p. 2014-2019, 2008.

BELLAVER, C. *et al.* Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 8, p. 969-974, 1985.

BELLAVER, C. Inter- relações do beneficiamento dos subprodutos de abate com a produção animal, ambiente e economia do Brasil. *In*: WORKSHOOP SOBRE PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL NA ALIMENTAÇÃO, 2003, Concórdia. **Anais [...]** Concórdia: Embrapa suínos e Aves, 2003. p. 1-7.

BELLAVER, C.; ZANOTTO, D. Parâmetros de qualidade em gorduras e subprodutos protéicos de origem animal. *In*: CONFERÊNCIA APINCO, 2004, Santos. **Anais [...]**. Santos: SP, 2004.

BERTECHINI, A. G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3., 2010, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: MG, 2010. p. 1-6.

BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento da Pesca. **Portaria nº 203, de 03 de abril de 1970**. Proíbe lançamento de resíduos de pescado em águas interiores e mar territorial brasileiro. Brasília, DF: SUDEP, 1970.

BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Alimentação Animal, 2002. 430 p.

CAETANO, A. C. S. *et al.* Evaluation of antioxidant activity of agro-industrial waste of acerola (*Malpighia emarginata* D. C.) fruit extracts. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 31, n. 3, p. 769-775, 2011.

CAIRES, Carolina Magalhães. **Dietas de frangos de corte com subprodutos de origem animal e suplementação de creatina**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

CAMELO, L. C. L. *et al.* Inclusão de farelo de goiaba na dieta de codornas européias. **Ciência Animal Brasileira**, v. 16, n. 3, p. 343-349, 2015.

CAMPANA-FILHO, S. P. *et al.* Extração, estruturas e propriedades de a- e b-quitina. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 644-650, 2007.

CARRANCO, M. E. *et al.* Inclusão de farelo de camarão (*Penaeus* sp.) em dietas para galinhas poedeiras: efeito na concentração de pigmentos vermelhos na gema e na qualidade dos ovos. **Interciencia**, Caracas, v. 28, n. 6, p. 328-333, 2003.

CARRANCO-JAUREGUI, M. E. *et al.* Shrimp head meal in laying hen rations and its effects on fresh and stored egg quality. **INCI**, v. 31, n. 11, p. 822-827, 2006.

- CHACÓN, M. *et al.* Genetic structure of a Colombian Cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) collection by means of microsatellite markers. **Agronomía Colombiana**, v. 34, p. 5-16, 2016.
- CHAKRABARTI, R. Carotenoprotein from tropical brown shrimp shell waste by enzymatic process. **Food Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 81-90, 2002.
- CHAWAN, C. B.; GERRY, R.W. Shrimp waste as a pigment source in broiler diets. **Poultry Science**, v. 53, n. 2, p. 671-676, 1974.
- CHEN, J.; BALNAVE, D. The influence of drinking water containing sodium chloride on performance and eggshell quality of a modern, colored layer strain. **Poultry Science**, v. 80, n. 1, p. 91-94, 2001.
- COHEN, L. *et al.* Acid-base balance and sodium to chloride ratio in diets of laying hens. **The Journal of Nutrition**, v. 102, n. 1, p. 1-7, 1972.
- COSTA, F. G. P. *et al.* Exigência de sódio para codornas japonesas em postura. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: CE, 2008.
- COSTA, F. G. P. *et al.* Sodium levels for Japanese quail at initial phases. **Poultry Science**, v. 91, n. 5, p. 1128-1134, 2012.
- CRAVEIRO, A. A. *et al.* **Quitosana: a fibra do futuro**. 2 ed. Fortaleza: Parque de Desenvolvimento Tecnológico, 2004.
- CUNHA, F. S. A. *et al.* Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas contendo farinha de resíduos do processamento de camarões (*Litopenaeus vannamei*). **Acta Scientare Animal Science**, v. 28, n. 3, p. 273-279, 2006.
- CUNHA, Fábio Sales de Albuquerque. **Avaliação da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) e subprodutos na alimentação de codornas (*Coturnix japonica*)**. 2009. 99 f. Tese (Doutorado integrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.
- DECKER, A. T. *et al.* Diagnóstico dos processos da cadeia produtiva do pescado e o gerenciamento dos resíduos sólidos: estudo de caso de uma 44 tradicional peixaria da colônia de pescadores Z-3 – Pelotas/RS. *In*: ENPOS, 17., 2015, Pelotas. **Anais [...]**. Pelotas: UFPel, 2015.
Disponível em: <http://wp.ufpel.edu.br/enpos/anais>
Acesso em: 10 nov. 2019.
- EMBRAPA. **Técnicas para elaboração da farinha de cabeça de camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*)**. Circular Técnica - 52. Embrapa Meio-Norte, Teresina - PI, 2011.
- FANIMO, A. O. *et al.* Protein quality of shrimp-waste meal. **Bioresource Technology**, v. 72, n. 2, p. 185-188, 2000.

- FASSANI, E. J. *et al.* Utilização de diferentes níveis de suplementação de sódio para poedeiras comerciais no segundo ciclo de produção. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 4, n. 3, p. 235-242, 2002.
- FELTES, M. M. C. *et al.* Alternativas para a agregação de valor aos resíduos da industrialização de peixe. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 6, p. 669-677, 2010.
- FENICE, M. Special Issue: Chitin, Chitosan and Related Enzymes. **Molecules**, v. 22 n. 7, p. 1066-1068, 2017.
- FERNANDES, Thiago Mendes. **Aproveitamento dos subprodutos da indústria de beneficiamento do camarão na produção de farinha**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.
- FERREIRA, A. H. C. *et al.* Whole scrapings of cassava roote in diets for broiles from 1 to 21 days of age. **Acta Scientiarum. Animal Science**, Maringá, v. 36, n. 4, p. 357-362, oct./dec. 2014.
- FERREIRA, T. S. *et al.* Resíduo de acerola em dietas para codornas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 1, p. 259-266, 2019.
- FIALHO, E.T. **Alimentos alternativos para suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 228 p.
- FIALHO, E. T. *et al.* Utilização da cevada em dietas suplementadas com óleo de soja para suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 10, p. 1467-1475, out. 1992.
- FIGUEIREDO, D.F.; *et al.* Exigência nutricional de sódio para poedeiras pós-muda forçada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais [...]**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.841.
- FONSECA, R. A. S.; *et al.* Seleção de linhagem de *Phaffia rhodozyma* para produção de astaxantina. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA EM ENGENHARIA, 21., 2006, Ijuí. **Anais [...]**. Ijuí: CRICTE, 2006.
- FOSTER, A. B.; WEBBER, J. M. Chitin. **Advances in Carbohydrate Chemistry**, p. 371–393, 1960.
- FREITAS, A. S. *et al.* Composição química e protéico-molecular da farinha de resíduos de camarão-sete-barbas (*Xinopenaeus kroyeri*). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimento**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 111-120, 2002.
- FREITAS, E. R. *et al.* Comparação de métodos de determinação da gravidade específica de ovos de poedeiras comerciais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 509-512, 2004.
- GAL-GARBER, O. *et al.* Nutrient trans-ort in the small intestine: Na⁺, K⁺-ATPase expression and activity in the small intestine of the chicken as influenced by dietary sodium. **Poultry Science**, v. 82, n. 7, p. 1127-1133, 2003.

GALOBART, J. *et al.* Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 13, n. 2, p. 328-334, 2004.

GERNAT, A. G. The effect of using different levels of shrimp meal in laying hen diets. **Poultry Science**, v. 80, n. 5, p. 633-836, 2001.

GOULART, C.C. *et al.* Exigência de sódio para codornas japonesas em crescimento de 1 a 21 dias de idade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: Sociedade Brasileira de Zootenia/Gmosis, 2008. (CD-ROM).

HALL, K. N.; HELBACKA, N. V. Improving albumen quality. **Poultry Science**, v. 38, n. 1, p. 111-114, 1959.

HARDINI, D.; DJUNAIDI, I. H. Influence of Dietary Bacillus Sp. Fermented Shrimp Waste on Broiler Meat Quality. **International Journal of Poultry Science**, v. 9, n. 5, p. 455-458, 2010.

HARMS, R. H. Effect of removing salt, sodium, or chloride from the diet of commercial layers. **Poultry Science**, v. 70, n. 2, p. 333-336, 1991.

HOLANDA, H. D.; MARIA NETTO, F. Recovery of Components from Shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) Processing waste by enzymatic hydrolysis. **Journal of Food Science**, v. 71, n. 5, p. 298-303, 2006.

IBGE. **Produção da pecuária municipal, Rio de Janeiro**. v 45, p. 1-8, 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br>. Acesso em: 08 out. 2019.

IOELOVICH, M. Crystallinity and Hydrophilicity of Chitin and Chitosan. **Journal of Chemistry**, v. 3, n. 3, p. 7-14, 2014.

ISLAMA, M. S.; KHANB, S.; TANAKA, M. Waste loading in shrimp and fish processing e effluents: potential source of hazards to the coastal and nearshore environments. **Marine Pollution Bulletin**, v. 49, n. 1-2, p. 103-110, 2004.

JÁUREGUI-CARRANCO, M. E. *et al.* Inclusión de la harina de cabezas de camarón penaeus sp. en raciones para gallinas ponedoras. efecto sobre la concentración de pigmento rojo de yema y calidad de huevo. **INCI**, v. 28, n. 6, p. 328-333, 2003.

JIMENEZ-MORENO, E. *et al.* Inclusion of insoluble fiber sources in mash or pellet diets for young broilers: 1: effects on growth performance and water intake. **Poultry Science**, v. 95, n. 1, p. 41-52, 2016.

JORGE, N. *et al.* Composição centesimal e atividade antioxidante do extrato de sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) em óleo de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 380-385, 2009.

KHEMPAKA, S.; CHITSATCHAPONG, C.; MOLEE, W. Effect of chitin and protein constituents in shrimp head meal on growth performance, nutrient digestibility, intestinal microbial populations, volatile fatty acids, and ammonia production in broilers. **The Journal**

of **Applied Poultry Research**, v. 20, n. 1, p. 1-11, 2011. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1056617119311377>. Acesso em: 15 fev. 2020.

KHEMPAKA, S.; KOH, K.; KARASAWA, Y. Effect of shrimp meal on growth performance and digestibility in growing broilers. **The Journal of Poultry Science**, v. 43, n. 3, p. 250-254, 2006.

Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/43/3/43_3_250/_pdf/-char/en. Acesso em: 23 maio 2019.

KRAEMER, Fabiana Bom. **Análise microbiológica e físico-química de amostras de camarão salgado-seco comercializados no Estado do Rio de Janeiro**. 2000. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2000.

KUCHINSKI, K.K.; HARMS, R.H.; RUSSEL, G. Re- evaluation of the sodium of the commercial laying hens. *In*: ANNUAL MEETING POULTRY SCIENCE, 1997, Lousville. **Anais [...]**. Lousville: Supplement1, 1997, p. 236.

KUO, H-C. *et al.* The carotenoids in the deep sea red crab, *Geryon quinquedens*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, v. 54, n. 3, p. 387-390, 1976. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0305049176902625?via%3Dihub>. Acesso em: 23 maio 2019.

LAVALL, R. L. *et al.* X-ray crystallinity of chitosans from 'alfa'- and 'beta'-chitin. *In*: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NATURAL POLYMERS AND COMPOSITES, 5., 2004, São Carlos. **Anais [...]**. São Carlos: ABPol, 2004.

LEESON, S., SUMMERS, J.D. **Commercial poultry nutrition**. 2 ed. Guelph: University of Guelph Press, 1997. 350 p.

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

LIMA, H. J. D. *et al.* Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 16, n. 1, p. 73-81, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbspa/v16n1/1519-9940-rbspa-16-1-0073.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

LIMA, I. S. *et al.* O Emprego de quitosana quimicamente modificada com anidrido succínico na adsorção de azul de metileno. **Química Nova**, v. 29, n. 3, p. 501-506, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v29n3/29279.pdf>. Acesso em: 23 maio 2019.

LIMA, S. B. P. *et al.* Valor nutricional da farinha da cabeça do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* para frangos de corte. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 3, p. 38-41, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237117565006.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.

LIM, G-B. *et al.* Separation of astaxanthin from red yeast *Phaffia rhodozyma* by supercritical carbon dioxide extraction. **Biochemical Engineering Journal**, v. 11, n. 2-3, p. 181-187, 2002. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X02000232>. Acesso em: 18 out. 2019.

LIRA, R. C. *et al.* Inclusion of guava wastes in feed for broiler chickens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2401-2407, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n12/a16v38n12.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

LÓPEZ-VARGAS, J. *et al.* Chemical, physico-chemical, technological, antibacterial and antioxidant properties of dietary fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*) co-products. **Food Research International**, v. 51, n. 2, p. 756-763, 2013.

Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/237066813_Chemical_Physico-chemical_Technological_Antibacterial_and_antioxidant_properties_of_dietary_fiber_powder_obtained_from_yellow_passion_fruit_Passiflora_edulis_var_flavicarpa_co-products. Acesso em: 10 nov. 2019.

MATTERSON, L.D. *et al.* The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. **Agricultural Experimental Station Research Report**, v.7, p.3-11, 1965. Disponível em: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19671403742>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MATHUR, N. K.; NARANG, C. K. Chitin and chitosan, versatile polysaccharide from marine animals. **Journal of Chemical Education**, Easton, v. 67, n. 11, p. 938-942, 1990. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed067p938>. Acesso em: 18 out. 2019.

MEYERS, S. P., RUTLEDGE, J. E. Shrimp meal: a new look at an old product. **Feedstuffs**, v. 43, p.31-32, 1971.

MINORU, M. *et al.* Control of functions of chitin and chitosan by chemical modification. **Trends in Glycoscience and Glycotechnology**, v. 14, n. 78, p. 205-222, 2002. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/tigg1989/14/78/14_78_205/_pdf/-char/en. Acesso em: 18 out. 2019.

MINVIELLE, F. The future of Japanese quail for research and production. **World's Poultry Science Journal**, v. 60, n. 4, p. 500-507, 2004.

Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/abs/future-of-japanese-quail-for-research-and-production/F648A22FDD4EE3246C174B8C103A79CE>. Acesso em: 15 fev. 2020.

McDOWELL, L. R. **Minerals in Animal and Human Nutrition**. New York: Academic Press, 1992. 524 p.

MONGIN, P. Role of acid-base balance in the physiology of egg shell formation. **World's Poultry Science Journal**, v. 24, n. 3, p. 200-230, 1968. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/world-s-poultry-science-journal/article/abs/role-of-acidbase-balance-in-the-physiology-of-egg-shell-formation/F2556EAC43BD54EE65A85C2270EEDA99>. Acesso em: 18 out. 2019.

MORALLES-ULLOA, Doris Florida. **Bioconversão de resíduos da indústria pesqueira**. 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em

Ciências e Tecnologia de Alimentos, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

MÓRI, C. *et al.* Desempenho e rendimento de carcaça de quatro grupos genéticos de codornas para produção de carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 870-876, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v34n3/a19v34n3.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2020.

MORRISON, F. B. **Alimentos e alimentação dos animais**. Rio de Janeiro: Ed. Melhoramentos, 1959.

MOTA, L. F. M. *et al.* Características de desempenho e de carcaça em diferentes genótipos de codornas de corte. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 2, p. 613-621, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/abmvz/v67n2/0102-0935-abmvz-67-02-00613.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

MURAKAMI, A. E. *et al.* Exigência Nutricional de sódio e cloro para poedeiras comerciais. *In*: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2001, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: FACTA, 2001. p. 52.

MURAKAMI, A. E.; FURLAN, A. C. Pesquisas na nutrição e alimentação de codornas em postura no Brasil. *In*: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COTURNICULTURA, 1., 2002, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2002. p.113-120.

MUZZARELLI, R. A. A. *et al.* **Chitin in Nature and Technology**. New York: Plenum Press, 1986.

NASCIMENTO, G.A.J. *et al.* Efeitos da substituição do milho pela raspa de mandioca na alimentação de frangos de corte, durante as fases de engorda e final. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 200-207, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v29n1/a25.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2019.

NUNES, H. *et al.* Alimentos alternativos na dieta dos ovinos: Uma revisão. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**, v. 15, n. 4, p. 147-158, 2007. Disponível em: <http://www.bioline.org.br/pdf?la07021>. Acesso em: 18 out. 2019.

OGAWA, M. *et al.* Resíduos do beneficiamento do camarão cultivado: obtenção de pigmentos carotenóides. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 333-337, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v27n2/21.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2019.

OLIVEIRA, E.G.; ALMEIDA, M.I.M. Algumas informações sobre nutrição de codornas de corte. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais [...]**. Lavras: UFLA, 2004. p.53-64.

OVIEDO-RONDON, E. O. *et al.* Exigência nutricional de sódio de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em postura. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 1, n. 1, p. 73-76, 1999.

PASSOS, R. *et al.* Fontes naturais de carotenóides de interesse para a aquicultura: Análise comparativa da eficiência de métodos de extração. **Revista Brasileira de Engenharia de**

- Pesca**, v. 2, n. 1, p. 103-113, 2007. Disponível em: <https://ppg.revistas.uema.br/index.php/REPESCA/article/view/39>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- PASTORE, S. M. *et al.* Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.
Disponível em: https://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/180%20-Panorama%20da%20coturnicultura_.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.
- PEREIRA, L.G.R.; *et al.* Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para Alimentação de Ruminantes. Petrolina: Embrapa Semi-árido, **Documentos online** (Embrapa Semi-árido. Documentos, 220), 30 p.; 2009.
Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2009-09/41235/1/SDC220.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2019.
- PESSATI, M. L. *et al.* **Aproveitamento dos Subprodutos do Pescado. Meta 11. Relatório final de ações prioritárias ao desenvolvimento da pesca e aquicultura no Sul do Brasil.** Convênio Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Universidade do Vale do Itajaí, MA/SARC, n.003/2000.
- PETRUCCI, F.B. *et al.* Nível nutricional de sódio para codornas japonesas em postura. *In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 12., Vale do Paraíba. **Anais [...]**. Vale do Paraíba: Universidade do Vale do Paraíba, 2008.
Disponível em: www.inicepg.univap.br/docs/Arquivos/arquivosINIC/INIC1525_01_O.pdf
Acesso em: 13 dez. 2019.
- PIANGCHAI, H. **A study on utilization of shrimp wastes products.** 1994. 121 f. Thesis (Master) - Kasetsart University, 1994.
- PINTO, R. *et al.* Níveis de Proteína e Energia para Codornas Japonesas em Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1761-1770, 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v31n4/13738.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- PIZZOLANTE, C. C. *et al.* Níveis de sal comum em rações de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em final de produção. **Ciência Animal Brasileira**, v. 7, n. 2, p. 123-130, 2006. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/402>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- POERSCH L. *et al.* Perspectivas para o desenvolvimento dos cultivos de camarões marinhos no estuário da Lagoa dos Patos, RS. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1337-1343, 2006.
Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782006000400051&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 18 out. 2019.
- POIRIER, M.; CHARLET, G. Chitin fractionation and characterization in N,N-dimethylacetamide/lithium chloride solvent system. **Carbohydrate Polymers**, v. 50, n. 4, p. 363-370, 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861702000401>. Acesso em: 27 jul. 2019.
- PRASAD, N. B. L.; AZEEMODDIN, G. Characteristics and composition of guava (*Psidium guajava* L.) seed and oil. **Journal of the American Chemists' Society**, v. 71, n. 4, p. 457-

458, 1994. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02540531>. Acesso em: 18 out. 2019.

RAAB, P.; BERGQVIST, E.; CÁCERES, O. **Uso e incidencia pigmentante de la harina de camarones y langostinos en broilers**. 1971. 87 f. Tesis - Universidad Católica de Valparaíso, Chile, 1971.

RAHMAN, M.; KOH, K. Effects of Formic Acid-Treated Shrimp Meal on Growth Performance and Nutrient Digestibility in Broilers. **The Journal of Poultry Science**, v. 53, n. 3, p. 208-212, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7477137/>. Acesso em: 10 nov. 2019.

RAQUEL, D. L. *et al.* Níveis de sódio para codornas de corte no período de 1 a 21 dias. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 45., 2008, Lavras. **Anais [...]**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

REZENDE, M. J. M. *et al.* Desempenho produtivo de biometria das vísceras de codornas francesas alimentadas com diferentes níveis de energia metabolizável e proteína bruta. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 3, p. 353-358, 2004. Disponível em: <http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/1810>. Acesso em: 10 nov. 2019.

RIBEIRO, Marcelo Luís Gomes. **Níveis de sódio na ração de frangas e de galinhas poedeiras durante o primeiro e segundo ciclos de postura**. 2007. 128 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2007.

RIBEIRO, P.A.P. *et al.* Manejo alimentar de peixes. **Boletins Técnicos**. Minas Gerais: Núcleo de Estudos em Aquacultura - UFLA, v. 1, p. 1-13, 2005.

ROBERTS, G. A. F. **Chitin Chemistry**, London: Mc Millan Press Ltd, 1992.

ROCHA, Evelyn Monique Lima. **Catalisador de Jacobsen e ferro-cyclam suportados em quitosana como modelos do CYP450 para oxidação de corantes têxteis**. São Cristóvão, 2019. 58 f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2019.

RODRIGUES, Alan Eduardo. **Desidratação osmótica e secagem de Maçã: I. Comportamento do tecido em Soluções osmóticas. II - Modelagem matemática da difusão**. 2003. 122 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto, 2003.

RODRIGUES, E. A. *et al.* Níveis de Sódio em Rações de Poedeiras Comerciais no Segundo Ciclo de Postura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 2, p. 391-396, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n2/21252.pdf>. Acesso em: 18 out. 2019.

ROSENFELD, D. J. *et al.* The effect of using different levels of shrimp meal in broiler diets. **Poultry Science**, v. 76, n. 4, p. 581-587, 1997. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9106885/>. Acesso em: 18 out. 2019.

ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas Brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 4. ed. Minas Gerais: UFV, 2017.

ROSTAGNO H. S.; SILVA, M.A. **Exigências nutricionais e biodisponibilidade de fósforo para frangos de corte**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1998, Campinas. **Anais** [...]. São Paulo, 1998. p. 1-27.

SACHINDRA, N. M.; MAHENDRAKAR, N. S. Process optimization for extraction of carotenoids from shrimp waste with vegetable oils. **Bioresource Technology**, v. 96, n. 10, p. 1195-1200, 2005. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852404003505>. Acesso em: 13 ago. 2019.

SAKAMOTO, M. I. *et al.* **Determinação do melhor nível de sal comum para codornas japonesas em postura (*Coturnix coturnix japonica*)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 1., 2004, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. p.217.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016, 262 p.

SALAS-DURÁN, C.; CHACÓN-VILLALOBOS, A.; ZAMORA-SÁNCHEZ, L. Shrimp cephalothorax meal in laying hen diets. **Agronomía Mesoamericana**, v. 26, n. 2, p. 333-343, 2015.
Disponível em: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-13212015000200333&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 10 nov. 2019.

SANTOS, Suzan Diniz. **Extração de pigmentos carotenóides de resíduos do processamento do camarão branco *Litopenaeus vannamei* utilizando autólise proteolítica**. 2006. 66 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CCB, Bioquímica, 2006.

SAS Institute. **SAS users guide: statistics**. version 8. 2. ed. Cary, 2000.

SCOTT, M. L.; NESHEIM, M. S.; YOUNG, R. J. **Nutrition of the chicken**. New York: M.L. Scott & Associates, 1969. 511 p.

SEBRAE. **Diagnóstico dos Resíduos da Pesca e Aquicultura do Espírito Santo**. Brasil: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2010.

SHAHIDI, F.; SYNOWIECKI, J. Isolation and Characterization of Nutrients and Value Added Products from Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) and Shrimp (*Pandalus borealis*) Processing Discards. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 39, n. 8, p. 1527-1532, 1991. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00008a032>. Acesso em: 28 set. 2019.

SLIUSAR, P. M. Cualidades morfológicas de los huevos y dinámica de sus transformaciones durante el proceso de conservación en un clima caluroso en líneas de la raza Rhode Island. **Informe**. Depto. Genética Inst. Inv. Avícolas. La Havana, Cuba. 157 p., 1972.

SIBBALD, I. R. A bioassay for the true metabolizable energy in feedstuffs. **Poultry Science**, v. 55, n. 1, p. 303-308, 1976. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119500487>. Acesso em: 19 set. 2019.

SINGLA, A. K.; CHAWLA, M. Chitosan: some pharmaceutical and biological aspects – an update. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 53, n. 8, p. 1047-1067, 2001. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11518015/>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, F. C. S. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabelas Para Codornas Japonesas e Europeias**. 2 ed. Jaboticabal: Funep, 2009. 67 p.

SILVA, J. H. V. *et al.* O sódio afeta o crescimento de órgãos dos sistemas circulatório, digestivo e imune de frangas. **Revista Ave World**, n. 23, 2006.

ASCHERI, J. L. R. *et al.* Resíduos sólidos da indústria de suco de maracujá: aproveitamento da casca por extrusão. *In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS*, 3., 2013, Lima. **Anais [...]**. Guaratiba: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2013. p. 122-128.

SILVA, JHV *et al.* Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de codornas japonesas de 1 a 14 dias de idade. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL, 2, CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 2, 2007, Lavras. Anais [...]*. Lavras, 2007. P.143.

SOUZA-SOARES, L. A.; SIEWERDT, F. **Aves e ovos**. Pelotas: Editora da Universidade UFPEL, 2005. 137 p.

STRIEGEL, A. Theory and applications of DMAC/LICL in the analysis of polysaccharides. **Carbohydrate Polymers**, v. 34, n. 4, p. 267–274, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014486179700101X>. Acesso em: 10 nov. 2019.

SUCASAS, Lia Ferraz de Arruda. **Avaliação do resíduo do processamento de pescado e desenvolvimento de co-produtos visando o incremento da sustentabilidade na cadeia produtiva**. 2011. 164 f. Tese - Universidade de São Paulo (USP), Centro de Energia Nuclear na Agricultura, São Paulo, 2011.

SYNOWIECKI, J.; AL-KHATEEB, N. A. A. Q. The recovery of protein hydrolysate during enzymatic isolation of chitin from shrimp *Crangon crangon* processing discards. **Food Chemistry**, v. 68, n. 2, p. 147-152, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881469900165X>. Acesso em: 10 out. 2019.

VALADARES FILHO, S. C.; JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. **Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297 p.

VALENTE, B. S. *et al.* Compostagem na gestão de resíduos de pescado de água doce. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 40, n. 1, p. 95-103, 2014. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/40_1_95-103.pdf. Acesso em: 12 out. 2019.

VAN SOEST, P. J. *et al.* Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030291785512>. Acesso em: 15 set. 2019.

VIDOTTI, R. M., GONÇALVES, G. S. **Produção e caracterização de silagem, farinha e óleo de tilápia e sua utilização na alimentação animal**. 19p. 2006. Disponível em: https://www.pesca.sp.gov.br/producao_caracterizacao.pdf. Acesso em: 10 nov. 2019.

VILLA, J. R. *et al.* Características morfológicas de la calidad de los huevos de gallina de la raza White Leghorn y Rhode Island Red conservados entre 0 y 7 días de almacenamiento a temperatura ambiente. **Avicultura**, n. 31, p. 37-43, 1987.

ZANETTI, L. H. *et al.* Performance and economic analysis of broilers fed diets containing acerola meal in replacement of corn. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 51, n. 3, p. 224-232, 2014.

Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/view/64536/91493>. Acesso em: 22 out. 2019.