

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
SUDESTE DE MINAS GERAIS – *CAMPUS* RIO POMBA**

MESTRADO PROFISSIONAL EM NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL

GLENDIA ROBERTA SILVA MOURA

**INCLUSÃO DE FARINHA DE CASCA DE OVO NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS EM PICO DE POSTURA**

**RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018**

GLEND A ROBERTA SILVA MOURA

**INCLUSÃO DE FARINHA DE CASCA DE OVO NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS EM PICO DE POSTURA**

**RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018**

GLENDA ROBERTA SILVA MOURA

**INCLUSÃO DE FARINHA DE CASCA DE OVO NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS EM PICO DE POSTURA**

Dissertação apresentada ao *Campus* Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como requisito parcial para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em “NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL” para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Renata de Souza Reis
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Michele de Oliveira Mendonça

RIO POMBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

GLENDIA ROBERTA SILVA MOURA

**INCLUSÃO DE FARINHA DE CASCA DE OVO NA ALIMENTAÇÃO DE
CODORNAS JAPONESAS EM PICO DE POSTURA**

Dissertação apresentada ao *Campus* Rio Pomba, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, como requisito parcial para a conclusão do curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em “NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL” para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA:

Prof^a. Dr^a. Leila de Genova Gaya

Prof. Dr. Guilherme de Souza Moura

Dr^a. Sanely Lourenço da Costa

Prof^a. Dr^a. Michele de Oliveira Mendonça
Coorientadora

Prof^a. Dr^a. Renata de Souza Reis
Orientadora

Dedico este trabalho à minha família, Rafael, Maria Aparecida, José Moura, Daiane, César e Antônio por todo o amor e dedicação para que eu pudesse estudar. Sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

À professora que marcou minha vida e que me acompanha deste o início com muito carinho, à minha melhor professora, minha mãe, Aparecida Moura.

À professora Michele de Oliveira Mendonça, pela paciência, colaboração, amizade e todos os conhecimentos repassados durante o trabalho.

À professora Renata de Souza Reis pela colaboração e orientação.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Zé Arcínio, João, Adão, Josiano, Anderson, Henrique, Mauro e Ronald que apoiaram e auxiliaram, fornecendo todas as condições para o desenvolvimento do trabalho.

À Granja Loureiro, Master Rações, Cristina Rações, Destaque Nutrição e Saúde Animal, Universidade Federal de Viçosa, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais *Campus* Rio Pomba e *Campus* Barbacena, pela colaboração e apoio ao projeto.

Aos colegas do mestrado Ana Cláudia, Lidiane Weitzel, Lidiane Costa, Luciana, Pietro, Adenilson, Esley, Túlio, Emiliano e Roberto.

Aos amigos, Karine e Lidiane Costa que auxiliaram durante o experimento.

Ao colega e amigo Hallef Rieger Salgado, irmão que a vida trouxe, pela amizade durante todo o curso, e que jamais será esquecida.

Ao Rafael, meu amor para compartilhar todos os dias da minha vida, pelo companheirismo, paciência e colaboração nos finais de semana e feriado.

“Fica responsável por tudo aquilo que domesticaste”.

Antoine de Saint-Exupère (1900 – 1944)

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
LISTA DE TABELAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	2
2.1. Objetivo Geral	2
2.2. Objetivos Específicos	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
4. MATERIAL E MÉTODOS	9
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
6. CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	20
ANEXO 1.....	27

RESUMO

MOURA, Glenda Roberta Silva, Mestrado Profissional, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, junho de 2018. **Inclusão de farinha de casca de ovo na alimentação de codornas japonesas em pico de postura.** Orientadora: Prof^a Dr^a Renata de Souza Reis. Coorientador: Prof^a Dr^a Michele de Oliveira Mendonça.

Com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da farinha de casca de ovo de codorna sobre o desempenho zootécnico, a qualidade dos ovos e a eficiência econômica de codornas japonesas no pico de postura (11 a 20 semanas de idade), foram utilizadas 210 codornas em um período experimental com duração de 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias cada. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100% de inclusão de casca de ovo), seis repetições e sete aves por unidade experimental. Avaliou-se o consumo de ração, produção de ovo/ave/dia, produção de ovo ave/alojada, produção de ovos comercializáveis, viabilidade, conversão alimentar (por massa e por dúzia de ovos), massa de ovos, índice de Seedor, teor de cálcio na tíbia, porcentagem de cálcio excretado. Para avaliação da qualidade dos ovos, foram analisadas as seguintes variáveis: peso do ovo, peso específico, porcentagem da gema, albúmen e casca e espessura de casca. A eficiência econômica foi avaliada no ovo *in natura* e no ovo industrializado. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS, 2010 (Statistical Analysis System, versão 9.2). Não houve efeito significativo da inclusão da farinha de casca de ovo sobre as características de desempenho zootécnico, de porcentagem de cálcio na tíbia e da qualidade dos ovos. Entretanto, houve efeito significativo para porcentagem de albúmen e porcentagem de cálcio excretado. Neste trabalho, a inclusão da farinha de casca de ovo nas rações resultou na melhora dos índices de eficiência econômica. É possível incluir em 100% a farinha de casca de ovo em rações para codornas japonesas em postura.

Palavras-chave: cálcio, farinha de casca de ovo, nutrição.

ABSTRACT

MOURA, Glenda Roberta Silva, Master's Degree, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, June 2018. **Inclusion of egg shell meal in the feed of laying Japanese quails.** Advisor: Renata de Souza Reis. Co-advisor: Michele de Oliveira Mendonça.

In order to evaluate the effects of the substitution of limestone for egg shell in the diet of Japanese quails about zootechnical indices, quality of eggs and economic viability. Were used 210 Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) with 82 to 145 days of age, distributed in completely randomized design, consisting of five treatments (0, 25, 50, 75 and 100% replacement of limestone for Japanese quail egg shell), six replicates and seven hen per experimental unit. Were evaluated the daily egg production per bird, per bird housed, and marketable, feed intake, feed conversion per dozen and per mass, egg weight, viability, egg mass, viability economic, calcium in the tibia and in the excrete and index Seedor. In order to evaluate egg quality, the following variables were analyzed: weight egg(%), specific weight of eggs (g / cm^3), percentage of components of eggs (yolk, albumen and shell), weight and thickness of the shell. The statistical analyses were performed using SAS software, 2010 (Statistical Analysis System, version 9.2). No it was found significant effect of the substitution of limestone for egg shell in the zootechnical indices, quality of shells and percentage of calcium in the tibia. Replacing 100% of limestone flour for egg shell keeps the performance and egg quality of Japanese quails from 82 to 145 days of age.

Keywords: calcium, eggshell meal, nutrition.

LISTA DE TABELAS

	Página
1. Composição percentual das rações experimentais.....	10
2. Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna (FCOC) e do calcário calcítico (CC) para composição das dietas experimentais	10
3. Desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com rações com inclusão de farinha de casca de ovo	15
4. Parâmetros de qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações com inclusão de farinha de casca de ovo	17
5. Porcentagem de cálcio na tíbia e de cálcio excretado de codornas japonesas alimentadas com rações com inclusão de farinha de casca de ovo.....	18
6. Análise econômica da dieta de codornas japonesas alimentadas com inclusão de farinha de casca de ovo.....	19

1. INTRODUÇÃO

O setor de produção de ovos de codorna no Brasil está em alta, sendo o Estado de Minas Gerais o segundo maior produtor. O Brasil possui um efetivo de pouco mais de 15 milhões de codornas, com produção de 273,30 milhões de dúzias de ovos (IBGE, 2016). Desses ovos a maior parte é processada e comercializada em conserva. A comercialização dos ovos de codorna em conserva aumenta a rentabilidade do produtor e é o principal incrementador do consumo por facilitar a distribuição e o acesso ao produto.

A qualidade dos ovos está diretamente relacionada com a qualidade da casca e por consequência com a produtividade, influenciando a taxa de ovos comercializáveis, o peso do ovo e a conversão alimentar. O cálcio é um mineral extremamente essencial no organismo das codornas de postura, ligado a formação óssea e a formação da casca do ovo.

Quando os ovos de codornas são comercializados em conserva, a industrialização desses produz como subproduto a casca. A casca do ovo de codorna representa dez por cento do peso do ovo e é rica em carbonato de cálcio (CaCO_3), além de apresentar um teor considerável de proteína, mas, por ser um coproduto da indústria do processamento de ovos, é pouco valorizada. Porém, o descarte das cascas é um obstáculo para a indústria, sendo o principal destino a agricultura.

Além de ser um produto com potencial econômico para o produtor, o descarte incorreto das cascas pode causar impactos ambientais negativos, logo é um produto com potencial econômico. A substituição do calcário também evita os impactos ambientais negativos causados pela extração de rochas calcárias, uma vez que as reservas são não renováveis. Uma possível alternativa para o destino das cascas é a utilização na alimentação animal como fonte de cálcio em substituição ao calcário calcítico. A farinha da casca do ovo de codorna é uma matéria prima com grande potencial para a alimentação animal como fonte de cálcio já que essa não está associado a elevadas quantidades de proteína e sódio que podem induzir a um aumento da excreção renal de cálcio (WEINSIER; KRUMDIECK, 2000). Além disso,

a farinha de casca de ovo apresenta uma maior solubilidade que o calcário calcítico, o que indica uma maior biodisponibilidade.

Assim, a farinha da casca de ovo pode ser uma alternativa para valorização dos resíduos sólidos para a indústria de processamento de ovos e também uma fonte orgânica e renovável de cálcio para a alimentação animal.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar os efeitos da inclusão da farinha de casca de ovo sobre o desempenho zootécnico, a qualidade dos ovos e a eficiência econômica de codornas (*Coturnix coturnix japonica*).

2.2. Objetivos Específicos

- Avaliar o desempenho zootécnico (consumo de ração, viabilidade, conversão alimentar, produção de ovos) de codornas alimentadas com farinha de casca de ovo;
- Mensurar parâmetros de qualidade físico-química (peso do ovo, peso específico, pH, porcentagem e cor da gema, pH e porcentagem do albúmen, porcentagem e espessura da casca) de ovos de codornas alimentadas com diferentes níveis de inclusão de farinha de casca de ovo na ração;
- Avaliar o índice de Seedor e a porcentagem de cálcio na tíbia e nas excretas de codornas alimentadas com ração com adição de farinha de casca de ovo;
- Determinar a eficiência econômica da utilização da farinha de casca de ovo de codorna na alimentação de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) como alternativa ao calcário calcítico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A coturnicultura, termo designado para a criação de codornas, destaca-se como atividade de relevância na avicultura brasileira, sendo o setor que obteve maior desenvolvimento nos últimos tempos (LIMA et al., 2015; MUNIZ et al., 2015). A codorna possui grande popularidade devido ao seu rápido crescimento, maturidade sexual precoce, alta taxa de postura e baixo consumo de ração (SILVA, 2011).

A aceitação de seus produtos, pelos consumidores, está aumentando cada vez mais (SILVA, 2011). Os ovos em conserva podem ser citados como o principal incrementador do consumo, no qual, a distribuição em toda a cadeia alimentar fica mais fácil, bem como, democratiza e facilita o acesso ao produto processado em todos os segmentos do setor alimentício do país (BERTECHINI, 2010).

Devido a estas características e ao baixo investimento, além do rápido retorno do capital investido, a sua produção é crescente em todo o país. Mesmo com uma produção crescente, as informações sobre manejo, nutrição e sanidade ainda são escassas na literatura, principalmente se compararmos à grande variedade de dados encontrados para frangos de corte e poedeiras comerciais (SILVA, 2011). Os recentes estudos em sanidade, ambiência, nutrição e a crescente tecnificação das granjas produtoras de codornas contribuíram de forma significativa para o desenvolvimento da coturnicultura (MUNIZ et al., 2015).

Na produção animal, na qual a alimentação representa cerca de 70% do custo de produção, o suprimento de cálcio participa com expressiva proporção nas formulações comerciais e a utilização de complementos alternativos desses minerais, quando disponíveis na região, torna-se ferramenta importante para maximização do lucro líquido para o produtor (MELO; MOURA, 2009). Em decorrência desse fato bastante representativo, é que as empresas ligadas ao ramo de nutrição animal estão buscando novas fontes alternativas de alimentos, objetivando a redução nos custos de produção (CARLOS et al., 2011). Dentro dos estudos nutricionais, os minerais recebem grande destaque, pois são indispensáveis na vida dos animais (SILVA, 2011).

Os minerais mais críticos nas rações de aves são o cálcio, fósforo, potássio, sódio, enxofre, cloro e magnésio, também chamados de macro-elementos minerais

porque entram em maiores quantidades nas rações (ARAÚJO et al., 2008). No que se refere às necessidades de minerais para aves, os macrominerais, como cálcio e fósforo aparecem como os mais limitantes, por serem necessários não apenas para a ótima taxa de crescimento, mas também para a mineralização óssea (COSTA et al., 2009; GOMES et al., 2004).

O cálcio é requerido pelas aves para formação e manutenção da estrutura óssea, adequado crescimento e utilização eficiente dos alimentos, formação da casca do ovo, transmissão de impulsos nervosos, coagulação sanguínea, contração muscular, ativador de sistemas enzimáticos e envolvimento com a secreção de diferentes hormônios (SÁ et al., 2004).

O milho e o farelo de soja, que são os componentes básicos da alimentação das aves, possuem baixos teores de cálcio. Com isso, faz-se necessário o uso de suplementos alimentares que reponham essa deficiência. Assim, a suplementação de cálcio é quase sempre necessária, sendo feita, comumente, com o uso de calcário calcítico, uma fonte rica em cálcio e abundante na natureza (SILVA, 2011; LOPES et al., 2012). Porém, a solubilidade *in vitro* do calcário varia conforme a origem geográfica das rochas e a granulometria dos calcários. Além disso, há variações na composição mineral dos calcários calcíticos extraídos e comercializados em Minas Gerais (FASSANI et al., 2004).

A grande variação da disponibilidade do cálcio nos alimentos deve-se principalmente à composição química e associação física do cálcio com outros componentes, formando em alguns casos compostos de baixa solubilidade e disponibilidade (CRUZ, 2009).

Muitas vezes, a biodisponibilidade refere-se principalmente à digestibilidade e à absorção intestinal, sendo assim vários fatores podem influenciar na absorção do cálcio, e em primeiro lugar está a solubilização da fonte já que o carbonato de cálcio suplementado deve primeiro ser solubilizado no trato gastrointestinal antes que seu conteúdo de cálcio possa ser nutricionalmente utilizado (VIEIRA et al., 2012; BRONNER, 1993).

Níveis elevados de cálcio resultam em antagonismo, pois o cálcio interfere na absorção do fósforo, complexando-o no intestino, tornando-o menos disponível, e ainda dificulta a absorção do mesmo pela ave (SAKOMURA et al., 2014).

Muitos fatores influenciam a utilização e o metabolismo do cálcio no organismo, como por exemplo: a correta relação de cálcio e fósforo na dieta, a presença da vitamina D, a disponibilidade biológica dos suplementos utilizados nas rações e a idade dos animais. Nas rações para aves, o cálcio é usualmente suplementado na forma de carbonato de cálcio proveniente do calcário calcítico, mas outras fontes podem ser utilizadas, como a farinha de ostras (SÁ, 2004).

As buscas de novas alternativas que não sejam derivadas de rochas, de maior biodisponibilidade, são de extrema importância para se maximizar o desempenho animal e minimizar custos (MELO; MOURA, 2009).

O aproveitamento de fontes alternativas de cálcio para a utilização na alimentação animal, dentre elas: conchas de ostras, conchas de búzios, algas marinhas e casca de ovos, disponíveis na região e geralmente com custo inferior ao calcário calcítico, pode ser uma boa opção no que se refere à redução de custos com alimentação. A quantidade significativa de cálcio em sua composição desperta o interesse dos pesquisadores quanto ao reaproveitamento do mineral (LIMA, 2016).

A industrialização de ovos proporciona vantagens econômicas, extensão da vida útil do produto, facilidades no transporte e conservação, porém, gera um número expressivo de cascas, sendo ainda classificadas como resíduos (PERES, 2010). O potencial nutritivo e a biodisponibilidade da farinha da casca de ovo constitui uma fonte alternativa de cálcio de alto valor nutritivo e pode contribuir de forma significativa para o aporte diário deste nutriente (SILVA; FABRÍCIO; BERND, 2015).

Sabendo que a casca representa 10% do peso do ovo, o resíduo gerado corresponde a cerca de 5,92 milhões de toneladas por ano em todo o mundo (OLIVEIRA; BENELLI; AMANTE, 2009). Atualmente, o interesse público aumentou em relação aos resíduos orgânicos e problemas de poluição e o desperdício de casca de ovo tem sido uma preocupação da indústria de ovos. As cascas são às vezes usadas como fonte de fertilizante (GONGRUTTANANUN, 2011a). As indústrias de produtos de ovos produzem grande quantidade de cascas, e seu destino final é um desafio de impacto ambiental. (MURAKAMI et al., 2007).

A casca é a proteção do ovo e fonte de íons cálcio para o desenvolvimento do filhote. É um resíduo de baixo valor comercial e um poluente em potencial, pois a sua decomposição pode gerar mau cheiro, desenvolvimento de bactérias e fungos e

o aparecimento de ratos e insetos, fatores que por sua vez podem acarretar contaminação do solo e água, além da disseminação de doenças (CALIMAN, 2011).

As cascas de ovo podem ser utilizadas para vários fins que minimizam seus efeitos sobre a poluição ambiental. As cascas de ovo apresentam vestígio de outros minerais e, provavelmente, é a melhor fonte natural de cálcio (KING'ORI, 2011). A casca de ovo é rica em minerais, tais como o carbonato de cálcio, CaCO_3 , (94% do peso da casca), carbonato de magnésio (1%), fosfato de cálcio (1%), e 4% em peso de matéria orgânica (proteína e água), sendo que o cálcio está presente em maior quantidade, e é encontrado na forma de carbonato de cálcio na proporção de 40% biodisponível do produto em pó (NAVES, 2000; PERES; WASZCZYNSKYJ, 2010).

O ovo de codorna pesa cerca de 12 gramas, e a casca representa em média 8% de seu peso total, ou seja, o peso da casca equivale a 0,96 gramas. Se 30% do peso da casca é devido ao teor de cálcio nela contido, seria necessário apenas 0,288 gramas de cálcio para a formação da casca de um ovo por dia (SAKOMURA et al., 2014). Portanto, uma maneira de reutilização da casca seria sua inclusão como substituto do calcário nas rações para animais (REIS et al., 2012).

A farinha de casca de ovo é vendida a um custo relativamente mais barato do que o calcário. É uma mistura de casca de ovo, membranas de casca e uma pequena quantidade de proteína. Consequentemente, a informação disponível sobre resíduos de cascas de ovos como fonte de cálcio para alimentação animal deve ser amplamente revisada (YASOTHAI; KAVITHAA, 2014a).

Muitos estudos buscaram maneiras de utilizar o resíduo da casca do ovo, e indicaram que a casca de ovo, incluindo membranas, poderia ser utilizada como fonte de cálcio em dietas como ingrediente alimentar tanto humana quanto animal, na indústria cosmética, de fertilizantes, suplementos alimentares, fotográfica, implantes ósseos e dentários, como agentes anti-tártaro em cremes dentais e em bases biocerâmicas, como cola em instrumentos musicais e biossorvente para a remoção de poluentes, como metais pesados, em águas residuais (OLGUN, YILDIZ; CUFADAR, 2015; DALLACORTE; BEHLING; QUADROS, 2017; GOMES, 2012; KING'ORI, 2011; ESPINOSA et al., 2015).

Como o resíduo de casca de ovo de codorna é pouco valorizado e pouco estudado, faz-se necessário o estudo aprofundado para averiguação de seu potencial tecnológico e nutricional (SILVA; FABRÍCIO; BERND, 2015).

Wilcke em 1940 concluiu que a casca de ovo pode ser uma substituta para a farinha de ostra e para o calcário, com resultados satisfatórios. Sendo que a questão é apenas de preço, se a casca do ovo pode ser comprada a um custo menor do que a farinha de ostra ou o calcário pode ser utilizada a casca de ovo. Logo, se o preço for o mesmo, o produtor tem várias fontes de cálcio disponíveis e poderá optar por comprar farinha de ostra, calcário ou casca de ovo, assim, é possível que o produtor escolha qual for a mais conveniente.

Segundo Gongruttananun (2011b), a casca de ovo pode ser usada como a única fonte de cálcio em dietas de galos Rhode Island sem qualquer efeito prejudicial em qualquer aspecto de desenvolvimento reprodutivo, qualidade do sêmen, equilíbrio de cálcio plasmático e mineralização óssea e desde que a granulometria e a higienização adequadas sejam devidamente gerenciadas ao usar casca de ovo como ingrediente de alimentação animal.

Ao avaliar a possibilidade de substituição do calcário calcítico por farinha de casca de ovos de codornas, Ribeiro et al. (2016) avaliaram o consumo de ração, produção de ovos; produção de ovos comercializáveis; peso do ovo; massa de ovo; taxa de conversão alimentar por massa e por dúzia de ovos; viabilidade; peso de gema, peso de albúmen, peso da casca do ovo; porcentagem de gema, albúmen e de casca do ovo, peso específico; porcentagem de cálcio e fósforo ósseo, peso e porcentagem de cinza ósseas e concluíram que é possível substituir o calcário calcítico por até 100% de farinha de casca de ovo de codornas na dieta de codornas japonesas, na fase de 11 a 25 semanas de idade, sem que haja redução no desempenho produtivo.

Com o objetivo de avaliar a farinha de casca de ovo como fonte de cálcio em dietas de poedeiras, Yasothai; Kavithaa, (2014b) concluíram que entre os diferentes tratamentos estudados, farinha de ostra, calcário e casca de ovo, o ganho de peso corporal, a produção de ovos, o peso do ovo, a resistência à ruptura, a porcentagem da casca e a espessura de casca não diferiram significativamente, sendo, portanto uma questão de custo.

Um estudo foi conduzido por Olgun et al. (2015) para determinar a influência de fontes de cálcio (calcário calcítico, casca de ovo e concha de ostra) em dietas de galinhas da linhagem Hy-Line W36 com 25 semanas de idade sobre desempenho, qualidade de casca do ovo e excreções minerais. E os autores concluíram que a

farinha de casca de ovo pode ser usada como fonte de cálcio sem efeitos prejudiciais sobre o desempenho e a qualidade da casca, e que o uso de cascas de ovos ou conchas de ostras como fonte de cálcio reduz a excreção de cálcio em relação ao calcário.

Sara et al. (2007) relataram que oferecer o suplemento mineral orgânico Eggshell-49 (Alltech Inc.®) às galinhas poedeiras híbridas entre 49 a 69 semanas de idade tem efeitos favoráveis nos principais índices de produção e qualidade das cascas de ovos.

Ao contrário do calcário calcítico que é uma fonte inorgânica, proveniente de rochas, a farinha de casca de ovo é uma fonte orgânica e renovável. Na alimentação de galinhas poedeiras, são frequentemente utilizadas fontes orgânicas de micro elementos. Elas parecem ter uma maior atividade biológica e biodisponibilidade para a galinha em comparação com fontes inorgânicas (KING'ORI, 2011).

Em Chapecó-SC, foi desenvolvido um estudo por Dallacorte, Behling; Quadros (2007) com o objetivo de analisar a viabilidade econômica de implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo. Por meio deste estudo, os autores mostraram que é viável a implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo com o intuito de utilizar um resíduo muitas vezes não aproveitado pelas indústrias.

Objetivando reduzir a produção de resíduos de forma interligada com o processo produtivo, a principal e melhor alternativa é reaproveitá-los, seja no próprio processo produtivo ou como matéria-prima para obtenção de outros materiais, o que ainda agrega valor ao resíduo fazendo dele um coproduto rentável da produção principal (CALIMAN, 2011).

A quantidade mínima de nutrientes depende da natureza e da qualidade dos alimentos disponíveis, além do conhecimento da digestibilidade das fontes e das exigências nutricionais. Contudo, os preços dos ingredientes utilizados para formulação das rações, muitas vezes completam as informações para a decisão dos níveis a serem usados. Essas alternâncias observadas nos preços dos ingredientes podem fazer com que os níveis dos nutrientes também flutuem na dieta comprometendo a produção (MUNIZ et al. 2015).

Para otimizar a exploração racional de codornas, torna-se necessária, cada vez mais, a realização de pesquisas, visando à obtenção de informações adequadas (SILVA, 2011).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Coturnicultura do Departamento Acadêmico de Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba, Minas Gerais, sendo o projeto aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (Anexo 1). O período pré-experimental (adaptação) foi de cinco dias e o período experimental teve duração de 63 dias, divididos em três períodos de 21 dias cada, no período de junho a agosto de 2017.

Foram utilizadas 210 codornas japonesas durante o pico de postura (11 a 20 semanas de idade), em delineamento experimental inteiramente casualizado, composto de cinco tratamentos (0, 25, 50, 75 e 100% de inclusão de farinha de casca de ovo de codorna em substituição ao calcário calcítico), seis repetições e sete aves por unidade experimental.

A distribuição das codornas nos tratamentos foi de acordo com o peso corporal ($160,0\text{g} \pm 7\text{g}$). As codornas foram alojadas em galpão de alvenaria com gaiolas metálicas. Cada compartimento foi considerado uma unidade experimental, com dimensões de 23,5 x 47,5 x 21 cm (largura, profundidade e altura), utilizando uma densidade de 159,46 cm² por ave.

As cascas de ovos de codorna utilizadas foram provenientes de doação da Granja Loureiro. As cascas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 24 horas. Em seguida foram moídas em moinho de bola em peneira de 2mm. Foi mensurado o valor médio de 36,13% de cálcio total e 0,314% de fósforo disponível para a farinha de casca de ovo de codorna.

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, sendo as características nutricionais dos alimentos e as exigências nutricionais das codornas de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2017). As rações foram produzidas pela técnica da diluição (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). Inicialmente foi formulada uma ração com 100% de calcário calcítico como a principal fonte de cálcio (Tabela 1). Essa ração foi diluída sequencialmente com outra ração formulada com 100% de farinha de casca de ovo de codorna como a principal fonte de cálcio (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais utilizadas para compor os demais tratamentos

Ingredientes	Dietas	
	100% Calcário calcítico	100% Farinha casca de ovo de codorna
Milho	57,15	56,19
Farelo de Soja	31,03	31,00
Calcário Calcítico	7,24	---
Farinha de casca de ovo ¹	---	8,41
Óleo de soja	2,00	2,00
Fosfato Bicálcico	1,27	1,09
DL-Metionina	0,40	0,40
Sal comum	0,36	0,36
L-lisina	0,27	0,27
Suplemento Vitamínico-Mineral ²	0,15	0,15
Cloreto de colina	0,10	0,10
L-triptofano	0,02	0,02
BHT	0,01	0,01
Total	100,00	100,00
Composição nutricional calculada		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2.832	2.800
Proteína Bruta (%)	19,062	18,988
Lisina Digestível (%)	1,105	1,106
Metionina+Cistina digestível (%)	0,909	0,907
Metionina digestível (%)	0,478	0,478
Sódio (%)	0,177	0,177
Cálcio (%)	3,157(3,44*)	3,150(3,74*)
Fósforo Disponível (%)	0,327(0,47*)	0,327(0,46*)
Triptofano digestível (%)	0,232	0,232
Treonina digestível (%)	0,640	0,637

¹ Ca = 36,13%; P = 0,314%

² Suplemento Vitamínico-Mineral: Vit. A 8.000.000 UI; Vit. B1 1.000,00 mg; Vit. B2 3.000,00 mg ; Vit. D3 2.100.000 UI; Vit. E 7.000 UI; Vit. B6 700,00 mg; Vit. B12 6.000,00 mcg; Vit. K3 2.000,00 mg; Biotina 10,00 mg; Niacina 20,00 g; Ácido fólico 100,00 mg; Ácido Pantotênico 10.000,00 mg; Cobalto 100,00 mg; Cobre 6.000,00 mg; Ferro 50,00 g; Selênio 200,00 mg; Iodo 1.000,00 mg; Manganês 55,00 g; Zinco 22,50 g.

*Composição nutricional analisada.

Tabela 2. Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna (FCOC) e do calcário calcítico (CC) para composição das dietas experimentais

% da dieta	Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna				
	0%	25%	50%	75%	100%
100% CC	100	75	50	25	0
100% FCOC	0	25	50	75	100
Total	100	100	100	100	100

As gaiolas continham comedouros de policloreto de polivinila (PVC) com a largura coincidindo com cada unidade experimental e bebedouros do tipo *nipple* (1 bico: 7 aves), sendo o comedouro posicionado na parte frontal e o bebedouro na parte posterior.

A água foi fornecida à vontade durante todo o experimento e a ração fornecida três vezes ao dia (07:00, 13:00 e 17:00 horas).

O controle da temperatura e da umidade foi feito por meio de cortinas e monitorados por termômetro de máxima e mínima e termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, sendo as leituras dos termômetros realizadas diariamente, duas vezes ao dia (8 e 16 horas) durante todo o período experimental.

O ciclo de luz foi controlado por um relógio automático (*timer*), durante todo o período experimental, e foram fornecidas 16 horas diárias de luz, assim como é utilizado em granjas comerciais.

Ao final de cada período experimental, as sobras de ração de cada parcela foram pesadas e descontadas da quantidade de ração fornecida a fim de se obter o consumo de ração. No caso de codornas mortas durante o período, o seu consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio verdadeiro para a unidade experimental.

A conversão alimentar por dúzia de ovos foi calculada pela relação do consumo total de ração em quilogramas dividido pelas dúzias de ovos produzidos (kg/dz), e a conversão alimentar por massa de ovos calculada pelo consumo de ração em quilogramas dividido número de ovos produzidos multiplicado pelo peso médio (kg/kg).

A mortalidade das aves foi monitorada diariamente, para que ao final do período experimental fosse obtida a taxa de viabilidade das aves, calculada pela diferença do número de aves vivas pelo número de aves mortas, sendo o resultado final convertido em porcentagem.

A produção de ovos foi obtida computando-se o número de ovos produzidos, incluindo os quebrados, os trincados e os anormais (ovos com casca mole e sem casca) sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia) e, sobre o número de aves alojadas no início do período (ovo/ave-alojada), ambas expressas em porcentagem.

Para determinação da produção de ovos comercializáveis foi descontado o número de ovos quebrados, trincados, com casca mole e sem casca da produção

total de ovos, sendo então calculada a produção de ovos íntegros sobre a média de aves do período (ovos comercializáveis/ave/dia), expressa em porcentagem.

Todos os ovos íntegros produzidos em cada repetição foram pesados durante os três últimos dias de cada período de 21 dias para obtenção do peso médio (gramas). O peso médio dos ovos foi multiplicado pela produção de ovos/ave/dia, obtendo-se assim a massa total de ovos (g/ave/dia).

Para a análise da qualidade física dos ovos, quatro ovos de cada repetição nos dias 19º, 20º e 21º dia, de cada período de 21 dias, foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,0001g.

O peso específico dos ovos foi determinado no 19º, 20º e 21º dia de cada período de 21 dias, através da imersão dos ovos íntegros em soluções salinas com densidade variando de 1,055 a 1,095 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³, devidamente calibradas por meio de um densímetro, segundo Oliveira; Oliveira (2013).

Em seguida foi realizada a separação da gema e do albúmen. As gemas foram pesadas em balança com precisão de 0,0001 g. O peso do albúmen foi obtido entre a diferença do peso do ovo menos o peso da gema mais o peso da casca, sendo este obtido após lavagem da casca e posterior secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 24 horas.

A porcentagem de cada componente: gema, albúmen e casca foi calculada por meio da fórmula: Porcentagem do componente (%) = (peso do componente/peso do ovo) x 100.

A espessura da casca foi mensurada através de micrômetro digital após a pesagem da casca. Foram feitas medidas de fragmentos da casca nos dois polos e no meio do ovo. A espessura da casca de cada repetição foi determinada pela média aritmética das três medidas.

Para recolhimento das excretas para posterior análise foram instaladas abaixo das gaiolas bandejas forradas com lonas plásticas para a realização da coleta das excretas dos animais, a fim de avaliar a porcentagem de cálcio nas excretas. As coletas foram realizadas durante os três últimos dias de cada período experimental, com adição de 1% de óxido de ferro sintético (Fe₂O₃) nas rações no primeiro e no último dia de coleta para marcar o início e o término do período de coleta, sendo

considerado o início ou o término da coleta quando as excretas apresentavam a cor avermelhada.

As excretas recolhidas em cada unidade experimental, após eliminação de penas, resíduos de ração e outras fontes de contaminação, foram transferidas para sacos plásticos devidamente identificados, pesados e mantidos em freezer (-16°C) até o final do período de coleta. Posteriormente, as excretas foram descongeladas, pesadas e homogeneizadas, sendo retiradas alíquotas de 150g de cada repetição para pré-secagem em estufa de ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por um período de 72 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas e armazenadas para análise. Para a análise de cálcio as amostras foram secas em estufa a 105°C, por uma hora. Em seguida, 0,2g da amostra foi digerida com 6mL de ác. nítrico + ác. perclórico (4:1) em bloco digestor a 210°C por 4 horas. O extrato foi transferido para um balão de 500mL e o volume completado com água destilada. Foi retirada uma alíquota de 0,5mL e diluída para 10mL com solução de óxido de lantânio e feita a leitura no AAS. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Ao final do período experimental, três aves de cada tratamento foram eutanasiadas por deslocamento cervical para a coleta da tíbia esquerda e direita. As tíbias esquerdas, identificadas por tratamento e por repetição, com as cartilagens adjacentes e livres de tecido muscular foram levadas a estufa de ventilação forçada de ar (65°C) por 72 horas, e pré-desengorduradas em extrator tipo Soxhlet por 4 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho de bola, pesadas em balança com precisão de 0,0001 g e armazenadas em freezer.

Posteriormente, as tíbias foram secas em estufa a 105°C por 16 horas para a quantificação da matéria seca e queimadas a 600°C por 4 horas para a quantificação do cálcio. O cálcio foi expresso em porcentagem da matéria seca da tíbia pré-desengordurada.

Com as tíbias direitas devidamente preparadas, foram avaliados: peso (mg), em balança eletrônica com precisão de 0,0001g; e seu maior comprimento (mm), com auxílio de paquímetro digital (100-179J Digimess®). Com esses dados, obteve-se o índice de Seedor ($\text{mg}\cdot\text{mm}^{-1}$), por meio da divisão do peso do osso (mg) pelo seu comprimento (mm) (SEEDOR, QUARTUCCIO; THOMPSON, 1991).

Para análise da viabilidade econômica da inclusão da farinha de casca de ovo de codorna, foi considerado no cálculo do custo de produção apenas o custo com a

ração uma vez que todos os outros custos foram os mesmos para todos os tratamentos experimentais. O custo da ração para produzir um quilograma de ovos foi determinado levando em conta a quantidade de ração necessária para a produção de um quilograma de ovos e o preço por quilograma de ração. A análise da viabilidade econômica foi realizada através da adaptação do Índice “Economic Feed Efficiency” (EFE) proposto por Houndonougbo et al. (2009) tanto para a comercialização do ovo *in natura* quanto do ovo industrializado. A fórmula do EFE integra o consumo de ração (kg), o preço da ração, a produção de ovos (kg) e o preço (por kg) de ovo. Quanto maior os valores do índice EFE, melhor a relação custo-benefício da produção. O índice foi calculado pela fórmula: $EFE = (\text{kg de ovos produzidos} \times \text{preço por kg de ovo}) \div (\text{consumo de ração} \times \text{preço do kg da ração})$. Os custos adotados para os ingredientes utilizados na formulação das rações experimentais foram cotados durante o período experimental na região de Rio Pomba – MG.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS, 2010 (Statistical Analysis System, versão 9.2).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura de conforto térmico para codornas está entre 18 e 22°C e a umidade relativa do ar desejada em torno de 60%. (Rosa et al. 2011). As médias das temperaturas mínima e máxima e a umidade relativa do ar registradas diariamente durante o período experimental foram, respectivamente, 13,9°C ± 1,9; 24,5 ± 2,0°C e 73,5 ± 9,4%, valores próximos a faixa de temperatura de conforto térmico para as codornas, mostrando que as aves não tiveram estresse térmico.

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) da inclusão da farinha de casca de ovo sobre as características de desempenho zootécnico (Tabela 3). Os resultados confirmam a compatibilidade nutricional do calcário calcítico com a farinha de casca de ovo e evidenciam seu potencial para uso integral na alimentação de codornas em postura.

Tabela 3 – Desempenho zootécnico de codornas japonesas alimentadas com rações com inclusão de farinha de casca de ovo

Parâmetro	Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna					Valor P	CV (%)
	0%	25%	50%	75%	100%		
Consumo de ração (g/ave/dia)	28,53	29,54	29,18	28,57	27,49	0,0906	4,43
Produção de ovo/ave/dia (%)	96,91	97,32	93,79	95,50	94,23	0,1459	2,74
Produção de ovo/ ave-alojada (%)	95,08	97,32	91,35	95,50	93,26	0,0882	3,90
Produção de ovos comercializáveis (%/ave/dia)	94,00	97,28	90,44	95,31	92,81	0,0758	4,33
Viabilidade (%)	99,74	100,00	99,47	100,00	99,47	0,3393	0,60
Conversão alimentar (kg/dúzia)	0,359	0,365	0,386	0,359	0,362	0,3223	6,70
Conversão alimentar (kg/kg)	2,800	2,882	3,055	2,813	2,818	0,1993	7,10
Massa de ovos (g/ave/dia)	10,23	10,27	9,71	10,17	10,07	0,2912	4,82
Índice de Seedor	12,64	11,18	11,58	11,84	10,20	0,1597	9,37

CV = Coeficiente de Variação.

A substituição total do calcário calcítico por farinha de casca de ovo em rações para codornas de postura foi recomendada por Ribeiro et al. (2016) que ao avaliarem a possibilidade de substituição do calcário calcítico por farinha de casca de ovos de codornas em sua dieta, na fase de 11 a 25 semanas de idade concluíram que é possível substituir o calcário calcítico por até 100% de farinha de casca de ovo na dieta de codornas japonesas, sem que haja redução no desempenho produtivo. Também corroboram com os resultados encontrados por Reis et al. (2012) que verificaram efeito significativo da substituição de calcário por farinha de casca de ovo na dieta de codornas japonesas de 40 a 52 semanas de idade para a produção de ovos e produção de ovos comercializáveis, concluindo que a inclusão de até 50% de farinha de casca de ovo na ração de codornas japonesas em postura não prejudica o desempenho produtivo. Já Olgun et al. (2015) concluíram que a farinha de casca de ovo pode ser usada como fonte de cálcio sem efeitos prejudiciais sobre o desempenho zootécnico e a qualidade da casca para galinhas Hy-Line W36 com 25 semanas de idade.

O Índice de Seedor que é indicativo da densidade óssea foi avaliado, sendo que quanto maior esse índice, maior a densidade da tíbia. Os tratamentos não influenciaram os valores encontrados e tais resultados indicam a integridade no preenchimento da matriz óssea. Souza (2016) ao estudar codornas japonesas pós pico de postura encontrou valores de índice de Seedor igual a 15,88 para a tíbia direita, corroborando com os valores encontrados neste trabalho que foram de 12,63 no tratamento com calcário calcítico (tabela 3).

A inclusão da farinha de casca de ovo também não teve efeito ($p > 0,05$) sobre as características de qualidade do ovo, como peso do ovo, peso específico, porcentagem da gema, porcentagem e espessura de casca (Tabela 4).

Entretanto, houve efeito linear crescente ($60,912 + 0,0219x$) para porcentagem de albúmen. Esses resultados corroboram com os encontrados por Gongruttananun (2011a) que estudou a substituição de calcário calcítico por farinha de casca de ovos para galinhas poedeiras e não encontrou diferenças significativas para os parâmetros peso do ovo, porcentagem e espessura de casca, peso específico, concluindo que a farinha de casca de ovos pode substituir em 100% o calcário calcítico. Reis et al. (2012) também não detectaram diferença significativa para a qualidade externa dos ovos nos parâmetros de peso do ovo, peso específico,

porcentagem da gema, porcentagem do albúmen, peso e porcentagem de casca. Não corroborando apenas com a porcentagem de albúmen, em que Gongruttananun (2011a) e Reis et al. (2012) não encontraram diferenças significativas.

Tabela 4 – Parâmetros de qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com rações com inclusão de farinha de casca de ovo.

Parâmetro	Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna					Valor P	CV(%)
	0%	25%	50%	75%	100%		
Peso do ovo (g)	10,81	10,68	10,53	10,65	10,71	0,4667	2,23
Peso específico (g/cm³)	1,075	1,074	1,074	1,072	1,073	0,7736	0,14
Gema (%)	30,59	30,04	30,19	30,32	29,98	0,5021	2,13
Albúmen (%)*	60,68	61,88	61,69	62,49	63,21	<0,0001	0,83
Casca (%)	8,13	8,04	8,05	7,90	7,98	0,3983	2,56
Espessura de casca (mm)	0,290	0,296	0,293	0,288	0,290	0,1790	2,00

* $y = 60,912 + 0,0219x$ $R^2=65,78$

CV = Coeficiente de Variação.

Os resultados encontrados para as características de qualidade de ovo e desempenho zootécnico corroboram com Yasothai; Kavithaa, (2014b) que avaliaram a farinha de casca de ovo como fonte de cálcio em dietas de poedeiras e concluíram que o ganho de peso corporal, a produção de ovos, o peso do ovo, a porcentagem da casca e a espessura de casca não diferiram significativamente entre os diferentes grupos de tratamento de estudo suplementados com a farinha de ostra, calcário e casca de ovo.

Não houve efeito significativo da substituição do calcário calcítico por farinha de casca de ovo sobre a porcentagem de cálcio na tíbia, porém houve diferença significativa ($p<0,05$) da porcentagem de cálcio excretado (Tabela 5).

Tabela 5 – Porcentagem de cálcio na tíbia e de cálcio excretado de codornas japonesas alimentadas com rações com inclusão de farinha de casca de ovo.

Parâmetro	Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna					Valor P	CV(%)
	0%	25%	50%	75%	100%		
Cálcio na tíbia (%)	18,76	20,61	20,62	20,04	20,57	0,0827	4,08
% de cálcio excretado (MS)*	7,24	6,71	7,20	7,71	7,98	0,0004	6,02

* $y=6,8683 + 0,01x$ $R^2= 0,3466$

CV = Coeficiente de Variação.

Reis et al.(2012) verificaram que não há efeito significativo da substituição de calcário por farinha de casca de ovo sobre a porcentagem de cálcio nos ossos de codornas japonesas de 40 a 52 semanas de idade, e inferiu que o nível e a fonte de cálcio utilizados foram eficientes em manter a integridade óssea das codornas.

A porcentagem de cálcio nas excretas das codornas apresentou efeito linear crescente ($y=6,8683 + 0,01x$) sendo assim, a ração com 100% de casca de ovo de codorna, foi a que apresentou maior excreção de cálcio. Porém, do ponto de vista ambiental, por se tratar de um resíduo que está sendo reutilizado, mesmo que tenha uma excreção um pouco maior do que o calcário calcítico, é viável e apresenta um impacto ambiental menor que a excreção e a extração do calcário calcítico.

Na Tabela 5 são apresentados os índices de eficiência econômica para o ovo *in natura* e para o ovo industrializado. Os resultados mostram que neste trabalho, a inclusão da farinha de casca de ovo nas rações ocasiona melhora nos índices de eficiência econômica.

Como não foram evidenciadas diferenças significativas nos aspectos produtivos e de qualidade do ovo à exceção da porcentagem de albúmen e excreção de cálcio nas excretas, o critério econômico é decisivo para a utilização da farinha de casca de ovo na coturnicultura de postura. Tanto do aspecto nutricional quanto econômico, é viável a substituição total do calcário calcítico por farinha de casca de ovo em rações para codornas japonesas em postura.

Tabela 6 – Análise econômica da dieta de codornas japonesas alimentadas com farinha de casca de ovo em substituição ao calcário calcítico.

Parâmetro	Níveis de inclusão da farinha de casca de ovo de codorna				
	0%	25%	50%	75%	100%
EFE ovo <i>in natura</i>	1,75	1,71	1,65	1,78	1,79
EFE ovo industrializado	3,93	3,84	3,70	4,00	4,03

EFE = (kg de ovos produzidos x preço por kg de ovo)/(consumo de ração x preço do kg da ração)

EFE = Índice *Economic Feed Efficiency*

6. CONCLUSÃO

Concluiu-se que a farinha de casca de ovo pode substituir em até 100% o calcário calcítico em rações para codornas japonesas em postura. A substituição é economicamente viável e não compromete os índices zootécnicos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, J. A., SILVA, J. H. V., AMÂNCIO, A. L. L., LIMA, C. B., OLIVEIRA, E. R. A. FONTES DE MINERAIS PARA POEDEIRAS. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.2, n.3, p.53-60, 2008.

BERTECHINI, A. G. Situação atual e perspectivas para a coturnicultura no Brasil. In: **IV Simpósio Internacional e III Congresso Brasileiro de Coturnicultura**. 2010. p. 09-14.

BRONNER, F. Nutrient bioavailability, with special reference to calcium. **The Journal of Nutrition**, v. 123, n. 5, p. 797-802, 1993.

CALIMAN, L. B. Síntese e caracterização de hidroxiapatita obtida a partir da casca de ovo de avestruz. **Vitória: Instituto Federal do Espírito Santo**, 2011.

CARLOS, A. C., SAKOMURA, N. K., PINHEIRO, S. R. F., TOLEDANO, F. M. M., GIACOMETTI, R., JÚNIOR, J. W. S. Uso da alga *lithothamnium calcareum* como fonte alternativa de cálcio nas rações de frangos de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 833-839, jul./ago., 2011.

COSTA, F. G. P., BRANDÃO, P. A., SILVA, J. H. V., NETO, R. C. L., GOULART, C. C., PEREIRA, W. E. Exigências de cálcio para codornas japonesas fêmeas de um a 35 dias de idade. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. Maringá, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2009

CRUZ, S. C. S. **Digestibilidade do cálcio de alimentos avaliada em frangos de corte e em suínos com diferentes métodos**. 2009. 70f. Tese de Doutorado (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2009.

DALLACORTE, C., BEHLING, S. M., QUADROS, C. S. Implantação de uma indústria de farinha de casca de ovo: um estudo da viabilidade econômica. **Revista Tecnológica**. v.6, nº1, 83-103. 2017.

ESPINOSA, L. F., CARMINATI, S. P., CREVELIN, T. C., PIN, T. C., PUGET, F. P. REAPROVEITAMENTO DA CASCA DE OVO PARA REMOÇÃO DE ÍONS Cd 2. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 2588. 2015.

FASSANI, E. J., BETERCHINI, A. G., KATO, R. K., FIALHO, E. T., GERALDO, A. Composição e solubilidade *in vitro* de calcários calcíticos de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 4, p. 913-918, jul./ago., 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, abr. 2014. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542014000200001&lng=es&nrm=iso>. Acesso em 06 jul. 2017.

GOMES, L. C., DI LELLO, B. C., CAMPOS, J. B., SAMPAIO, M. Synthesis and characterization of calcium phosphates produced from chicken eggshell. **Cerâmica**, v. 58, n. 348, p. 448-452, 2012.

GOMES, P. C., RUNHO, C., D'AGOSTINI, P., ALBINO, L. F. T., LOPES, P. S. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 22 a 42 e de 43 a 53 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1734-1746, 2004.

GONGRUTTANANUN, N. Effects of Using Eggshell Waste as a Calcium Source in the Diet of Rhode Island Red Roosters on Semen Quality, Gonadal Development, Plasma Calcium and Bone Status. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, v. 45, p. 413-421, 2011b.

GONGRUTTANANUN, N. Effects of Using Ground Eggshells as a Dietary Calcium Source on Egg Production Traits, Hatching Performance and Eggshell Ultrastructure

in Laying Hens. **Kasetsart Journal (Natural Science)**, v. 45, n. 2, p. 209-220, 2011a.

HOUNDONUGBO, F. M.; CHWALIBOG, A.; CHRYSOSTOME, C. A. A. M. Effect of commercial diets quality on bio-economic performances of broilers in Benin. **Tropical animal health and production**. v. 41, n. 4, p. 693-703, 2009.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores IBGE – **Pesquisa da Pecuária Municipal – PPM**. 2016.

KING'ORI, A. M. A review of the uses of poultry eggshells and shell membranes. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, n. 11, p. 908-912, 2011.

LIMA, H. F. F. **Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com diferentes fontes de cálcio**. Universidade Federal Rural do Semiárido. Mossoró - Rio Grande do Norte. 2016.

LIMA, H. J. D.; BARRETO, S. L. T.; PAULA, E.; DUTRA, D. R.; COSTA, S. L.; ABJAUDE, W. S. Níveis de sódio na ração de codornas japonesas em postura. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.16, n.1, p.73-81 jan./mar., 2015.

MELO, T.V., MOURA, A. M. A. Utilização da farinha de algas calcáreas na alimentação animal. **Arquivos de Zootecnia**. 58 (R): 99-107. 2009.

MUNIZ, J. C. L., BARRETO, S. L. T., VIANA, G. S., REIS, R. S., MENCALHA R., BARBOSA L. M. R., FERREIRA, R. C. Desempenho e qualidade de ovos de codornas japonesas alimentadas com diferentes rações comerciais. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.5, n.1. p.95-100, Julho, 2015.

MURAKAMI, F. S., RODRIGUES, P. O., CAMPOS, C. M. T. D., SILVA, M. A. S. Physicochemical study of CaCO₃ from egg shells. **Food Science and Technology**, v. 27, n. 3, p. 658-662, 2007.

NAVES, M. M. V. Pó da casca do ovo como fonte de cálcio: qualidade nutricional e contribuição para o aporte adequado de cálcio. **Revista da Pró Reitoria de Extensão e Cultura**. Universidade Federal de Goiás. 2000.

OLGUN, O., YILDIZ, A. Ö., CUFADAR, Y. The effects of eggshell and oyster shell supplemental as calcium sources on performance, eggshell quality and mineral excretion in laying hens. **Indian Journal of Animal Research**, v. 49, n. 2, p. 205-209, 2015.

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e tecnologia de ovos**. Lavras: Editora UFLA (Universidade Federal de Lavras), 2013. 223 p.

OLIVEIRA, D. A.; BENELLI, P.; AMANTE, E. R. Valorização de resíduos sólidos: casca de ovos como matéria-prima no desenvolvimento de novos produtos. **Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change**. São Paulo, 2009.

PERES, A. P. **Desenvolvimento de um biscoito tipo cookie enriquecido com cálcio e vitamina D**. 2010. 93 fl. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.

PERES, A. P.; WASZCZYNSKYJ, N. Farinha de casca de ovo: determinação do teor de cálcio biodisponível. **Visão Acadêmica**, v. 11, n. 1, 2010.

REIS, R. S., BARRETO, S. L. T., LIMA, H. J. D., PAULA, E., MUNIZ, J. C. L., MENCALHA R., VIANA, G. S., BARBOSA L. M. R. Substituição do calcário por farinha de casca de ovo na dieta de codornas japonesas no período de 40 a 52 semanas de idade. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.2, n.1., p.107-112, 2012.

RIBEIRO, C. L. N., BARRETO, S. L. T., REIS, R. S., MUNIZ, J. C. L., VIANA, G. S., RIBEIRO JUNIOR, V., MENDONÇA, M. O., FERREIRA, R. C. .DEGROOT, A. A. The Effect of Calcium and Available Phosphorus Levels on Performance, Egg Quality and Bone Characteristics of Japanese Quails at End of the Egg-Production Phase. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 18, n. SPE, p. 33-40, 2016.

ROSA, G. A., SORBELLO, L. A., DITTRICH, R. L. MORAES, M. T. T., OLIVEIRA, E. G. Perfil hematológico de codornas japonesas (*Coturnix japonica*) sob estresse térmico. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1605-1610, 2011.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; HANNAS, M. I.; DONZELE, J. L.; SAKOMURA, N. K.; PERAZZO, F. G.; SARAIVA, A.; ABREU, M. L. T.; RODRIGUES, P. B.; OLIVEIRA, R. F.; BARRETO, S. L. T.; BRITO, C. O. **Composição de alimentos e exigências nutricionais. Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 4 Ed., Viçosa, UFV, 2017.

SÁ, L. M., GOMES, P. C., ALBINO, L. F. T., ROSTAGNO, H. S., D'AGOSTINI, P. Exigência nutricional de cálcio e sua biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte, no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.157-168, 2004.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2 Ed. Jaboticabal, Funep, 2016.

SAKOMURA, N.K. ; SILVA, J. H. V. ; COSTA, F. G. P. ; FERNANDES, J. B. K. ; HAUSCHILD, L. . **Nutrição de Não Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Funep, 2014. 678p.

SANDESKI, LÍGIA MARA. **Otimização da pigmentação da gema do ovo**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Medicina Veterinária, 2013.

ŞARA, A., ODAGIU, A., BENŢEA, M., CLAPA, L. The influence of the mineral supplement Eggshell-49 on production performances and shell quality in

hens. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. **Animal Science and Biotechnologies**, p. 125-129, 2007.

SEEDOR, J.G.; QUARRACCIO, H.H; THOMPSON, D.D. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibits bone loss due to ovariectomy in rats. **Journal of Bone and Mineral Research**, v.6, p.339-346, 1991.

SILVA, A. P. **Níveis de cálcio e fósforo na dieta de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) em diferentes fases do ciclo de produção e seus efeitos sobre o desempenho produtivo e qualidade dos ovos.** 2011, 58f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2011.

SILVA, W.M F., FABRICIO, M.F., BERND, L.P. Enriquecimento de biscoito tipo *cookies* com farinha de casca de ovo de codorna como aporte nutricional de cálcio. **5º Simposio de Segurança Alimentar Alimentação e Saúde.** Bento Gonçalves, 2015.

SOUZA, C. S. Parâmetros fisiológicos e produtivos de codornas japonesas, em postura, suplementadas com 1,25-dihidroxivitamina-D3-glicosídeo de origem vegetal. 2016. 110f. Tese (Doutorado em Bioquímica Aplicada) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

VIEIRA, D. V. G., BARRETO, S. L. T., VALERIANO, M. H., JESUS, L. F.. D., SILVA, L. F. F., MENCALHA, R., BARBOSA, K. S., MENDES, R. K. V., CASSUCE, M. R., MELO, T. S. Exigências de cálcio e de fósforo disponível para codornas japonesas de 26 a 38 semanas de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.1, p.204-213 jan/mar, 2012.

WEINSIER, R. L.; KRUMDIECK, C. L. Dairy foods and bone health: examination of the evidence. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 72, n.3, p. 681-689, 2000.

WILCKE, H. L. Egg shells good poultry feed. **Farm Science Reporter**, v. 1, n. 3, p. 7, 1940.

YASOTHAI, R.; KAVITHAA, N. V. Chemical characterization of egg shell meal.
International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 3, No 4,
1436 – 1439, 2014a.

YASOTHAI, R.; KAVITHAA, N. V. Eggshell waste is a calcium source for layers.
International Journal of Science, Environment and Technology, Vol. 3, No 4,
1465 – 1471, 2014b.

Anexo 1



COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) IF Sudeste MG

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "**Desempenho, digestibilidade e qualidade de ovos de codornas (*Coturnix coturnix japonica*) alimentadas com farinha de casca de ovo em substituição ao calcário calcítico**", registrada com protocolo o nº 09/2017, sob a responsabilidade de Renata de Souza Reis que envolve a produção, manutenção ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA) DO Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais- IF Sudeste MG, em reunião de 24 de julho de 2017.

Finalidade	() Ensino (x) Pesquisa Científica
Vigência da autorização	13/06/2017 à 21/08/2017
Espécie/linhagem/raça	Codornas Japonesas / <i>Coturnix coturnix japonica</i>
Nº de animais	210
Peso/ Idade	69 a 132 dias de idade
Sexo	fêmeas
Origem	Setor de avicultura / <i>Campus</i> Rio Pombo

Renata Vitarele Gimenes Pereira

Coordenadora da CEUA do IF Sudeste MG

Portaria R – nº 047/2016

24 de Julho de 2017