

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO DEL REI
CAMPUS TANCREDO DE ALMEIDA NEVES
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

**GRANULOMETRIAS DE FONTES DE CÁLCIO E FÓSFORO EM RAÇÕES
PARA CODORNAS EM POSTURA**

DAVID EDUARDO KANAAN DE OLIVEIRA

SÃO JOÃO DEL REI – MG
JULHO DE 2026

DAVID EDUARDO KANAAN DE OLIVEIRA

**GRANULOMETRIAS DE FONTES DE CÁLCIO E FÓSFORO EM RAÇÕES
PARA CODORNAS EM POSTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus* Tancredo de Almeida Neves, como parte das exigências para a obtenção do diploma de Bacharel em Zootecnia.

Orientador(a): Professor Dr. Alexandre Teixeira de Oliveira (*UFSJ/CTAN*)

SÃO JOÃO DEL REI – MG

JULHO DE 2026

DAVID EDUARDO KANAAN DE OLIVEIRA

**GRANULOMETRIAS DE FONTES DE CÁLCIO E FÓSFORO EM RAÇÕES
PARA CODORNAS EM POSTURA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Zootecnia
da Universidade Federal de São João
del-Rei, como obtenção de título de
Zootecnista.

Defesa Aprovada pela Comissão Examinadora em: 13/07/2026.

Comissão Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
ALEXANDRE DE OLIVEIRA TEIXEIRA
Data: 17/07/2026 08:53:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre de Oliveira Teixeira

Universidade Federal de São João del-Rei

 Documento assinado digitalmente
RENATA DE SOUZA REIS
Data: 17/07/2026 09:03:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Renata de Souza Reis

Universidade Federal de São João del-Rei

 Documento assinado digitalmente
SERGIO GUALBERTO MARTINS
Data: 17/07/2026 10:00:48-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Sérgio Gualberto Martins

Universidade Federal de São João del-Rei

SÃO JOÃO DEL REI – MG

JULHO DE 2026

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer em todos os momentos dessa caminhada e por me conceder saúde, coragem e perseverança para chegar até aqui. À minha família, pelo apoio, amor, compreensão e incentivo constantes, que foram essenciais para a realização deste trabalho e para toda a minha trajetória acadêmica.

Aos meus orientadores, Alexandre Teixeira e Renata Reis, pela dedicação, paciência, orientação e ensinamentos ao longo da construção deste TCC. Agradeço também aos meus amigos Lucas e Michele, pelo apoio, pela amizade e pelos momentos de incentivo, que tornaram essa jornada mais leve.

Ao professor Serginho, pelo incentivo e pelas palavras de apoio, e ao grupo de estudo GENAN, pela contribuição no meu aprendizado e pelo conhecimento compartilhado. À UFSJ, pela oportunidade de formação e por todo o conhecimento proporcionado durante o curso.

RESUMO

Este estudo avaliou os efeitos de diferentes fontes minerais de cálcio e fósforo, bem como de suas granulometrias, sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas em postura. O experimento foi conduzido no Laboratório de Experimentação e Metabolismo Animal da Universidade Federal de São João del-Rei, durante 63 dias, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, com duas fontes minerais (calcário e fosfato bicálcico) e duas granulometrias (pó e microgranulado), totalizando 192 codornas distribuídas em 24 unidades experimentais. Foram avaliados consumo de ração, produção e massa de ovos, conversão alimentar, gravidade específica e componentes da qualidade interna e externa dos ovos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls a 5% de probabilidade. Os parâmetros de desempenho não foram influenciados pelas fontes de cálcio e granulometrias, nos períodos avaliados. Codornas que consumiram calcário pó e fosfato pó obtiveram menores pesos e porcentagem da gema. A qualidade da casca de ovos foi influenciada pela granulometria do calcário e do fosfato bicálcico, onde as fontes microgranuladas obtiveram maiores peso e na porcentagem da casca dos ovos. Conclui-se que a utilização de fontes minerais na forma microgranulada melhora a qualidade estrutural externa dos ovos de codornas japonesas em postura, visto que promove a formação de cascas mais pesadas e com maior proporção de fixação mineral, sem prejudicar o consumo voluntário de ração, o peso médio dos componentes e a conversão alimentar do lote. A inclusão de calcário e fosfatos bicálcicos, nas formas em pó ou microgranuladas, atende de maneira satisfatória às exigências nutricionais de codornas em postura.

Palavras-chave: calcário; fosfato bicálcico; massa de ovos; qualidade dos ovos

ABSTRACT

This study evaluated the effects of different mineral calcium and phosphorus sources, as well as their particle sizes, on the performance and egg quality of laying quails. The experiment was carried out at the Animal Experimentation and Metabolism Laboratory of the Federal University of São João del-Rei over a 63-day period, using a completely randomized design in a 2 x 2 factorial arrangement, with two mineral sources (limestone and dicalcium phosphate) and two particle sizes (powder and microgranulated), totaling 192 quails distributed among 24 experimental units. Feed intake, egg production, egg mass, feed conversion, specific gravity, and internal and external egg quality traits were evaluated. Data were analyzed by analysis of variance, and means were compared using the Student-Newman-Keuls test at a 5% probability level. Performance parameters were not influenced by calcium sources or particle sizes during the evaluated periods. Quails fed powdered limestone and powdered phosphate exhibited lower egg weights and yolk percentages. Eggshell quality was influenced by the particle size of the limestone and dicalcium phosphate; micro-granulated sources resulted in higher eggshell weights and percentages. It is concluded that the use of micro-granulated mineral sources improves the external structural quality of eggs from laying Japanese quail, as it promotes the formation of heavier shells with a higher proportion of mineral deposition, without adversely affecting voluntary feed intake, component weights, or flock feed conversion. The inclusion of limestone and dicalcium phosphate whether in powdered or micro-granulated forms satisfactorily meets the nutritional requirements of laying quail.

Keywords: limestone; dicalcium phosphate; egg mass; egg quality.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 Coturnicultura brasileira	10
2.2 Cálcio na nutrição de aves poedeiras	11
2.3 Calcário calcítico e granulometria para aves	12
2.4 O fósforo na nutrição.....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Localização, Período Experimental e Aspectos Éticos	14
3.2. Delineamento e Tratamentos Experimentais	14
3.3 Manejo Nutricional e Instalações	14
3.4 Coleta de Dados e Parâmetros Avaliados	17
3.5 Análise Estatística.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
5. CONCLUSÃO	23
6. REFERÊNCIAS	24

1. INTRODUÇÃO

A coturnicultura tem apresentado crescimento significativo no Brasil e no mundo, impulsionada pelo avanço de estudos voltados ao melhoramento animal, à nutrição, ao manejo, ao uso de novos equipamentos e à aplicação de tecnologias na criação de codornas (SILVA et al., 2018). No Brasil, essa atividade também se destaca pela sua relevância econômica, sobretudo na região Sudeste, que concentra a maior parte do efetivo nacional e da produção de ovos, evidenciando o potencial produtivo do setor (IBGE, 2024).

Nesse contexto, a nutrição ocupa posição central, uma vez que a alimentação representa um dos principais custos de produção e exerce influência direta sobre o desempenho das aves, a qualidade dos ovos e a viabilidade econômica do sistema produtivo. Entre os nutrientes essenciais para codornas em postura, os minerais merecem destaque, pois participam de diversas vias metabólicas e desempenham funções importantes na reprodução, no metabolismo energético e na manutenção da integridade estrutural das aves (BERTECHINI, 2006).

Entre os minerais de maior interesse na formulação de rações para aves poedeiras, o cálcio e o fósforo se destacam por sua participação na formação da casca do ovo e na manutenção da integridade óssea. Quando inadequadamente fornecidos, esses minerais podem reduzir a vida produtiva das aves e ocasionar prejuízos à rentabilidade dos produtores. Hester (1999) aponta que cerca de 12% dos ovos de poedeiras não são comercializados devido a alterações na casca, o que mostra a relevância econômica desse fator. Assim, a resistência da casca se destaca como uma das características mais importantes para o produtor.

As fontes de cálcio e fósforo apresentam variações quanto à granulometria e à solubilidade, aspectos que podem influenciar sua permanência no trato digestório e sua disponibilidade para absorção. Segundo Jardim Filho et al. (2005), o uso indevido dessas fontes pode acarretar prejuízos ao sistema esquelético das aves, com reflexos negativos na qualidade dos ovos e na vida produtiva dos animais. Por outro lado, partículas muito finas podem passar rapidamente pela moela, reduzindo o tempo de permanência dos minerais no organismo e, conseqüentemente, sua utilização pelas aves.

Do ponto de vista nutricional, partículas menores podem favorecer maior contato com os sucos digestivos, contribuindo para a digestão e a absorção dos nutrientes (BELLAYER; NONES, 2000). Além disso, a granulometria, assim como a densidade, influencia a homogeneidade das misturas e a tendência de segregação das partículas, o que é importante na formulação de rações utilizadas na alimentação animal (LIMA et al., 1995).

Diante disso, torna-se relevante avaliar a interação entre diferentes granulometrias do calcário e do fosfato bicálcico na dieta, sobre o desempenho e a qualidade dos ovos de codornas japonesas em fase de postura. Além disso, os resultados de estudos nessa área podem contribuir para a construção de dietas mais adequadas às necessidades das codornas, favorecendo melhor aproveitamento dos nutrientes, ovos de melhor qualidade e maior eficiência produtiva.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho zootécnico e a qualidade dos ovos de codornas japonesas (*Coturnix coturnix japonica*) submetidas a diferentes granulometrias de fontes de cálcio e fósforo na dieta, contribuindo para o entendimento da influência da interação desses ingredientes sobre o desempenho produtivo e para o aprimoramento das estratégias de formulação de rações destinadas à coturnicultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Coturnicultura brasileira

As codornas, originárias da África setentrional, da Europa e da Ásia, pertencem à família Phasianidae. As primeiras criações registradas ocorreram na China e na Coreia, tendo-se posteriormente disseminado para o Japão, onde o apreço pelo canto desses animais impulsionou sua manutenção em cativeiro. No início do século XX, no Japão, realizaram-se cruzamentos entre codornas europeias e populações selvagens, resultando em um tipo domesticado identificado como *Coturnix japonica*, cuja criação perdura até a atualidade com finalidades produtivas de carne e ovos (REIS, 1980).

A coturnicultura integra o campo da avicultura e destina-se tanto à produção para corte quanto à produção de postura. Nas últimas décadas, o setor deixou de ser uma atividade predominantemente de subsistência para se tornar uma atividade altamente tecnificada, refletindo o investimento de criadores e pesquisadores e a incorporação de novas tecnologias e técnicas de manejo (PASTORE et al., 2012).

Em âmbito nacional, a criação racional de codornas ocupa a quinta posição entre as produções animais, com efetivo aproximado de 15.467.570 cabeças, posicionando-se atrás apenas das criações de galináceos, bovinos, suínos e ovinos respectivamente (IBGE, 2024). A região Sudeste se destaca como o principal polo da coturnicultura no país, concentrando o maior efetivo nacional de codornas (50,6%) e a maior parcela da produção de ovos (52%). Nesse cenário, os três estados de maior relevância para o segmento são Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo (IBGE, 2024).

As regiões que mais produzem ovos de codorna coincidem, em grande medida, com os polos tradicionais da avicultura de postura para galinha, o que evidencia a possibilidade de adaptação de estruturas, mão de obra e equipamentos empregados na produção de ovos de galinha para a criação de codornas (PASTORE et al., 2012).

O mercado interno apresenta potencial de expansão, especialmente pela forma de apresentação do produto em estabelecimentos alimentares como restaurantes e self-services, que favorece a aceitação do ovo de codorna por consumidores de diferentes faixas etárias. Esse cenário tem promovido aumento

na demanda e nas vendas (MARQUES et al., 2012). Além disso, o ovo de codorna é reconhecido como alimento com perfil nutricional equilibrado e custo relativamente baixo (SEIBEL et al., 2010).

Para garantir as propriedades nutricionais e funcionais do ovo de codorna, torna-se imprescindível assegurar a qualidade da casca, evitando contaminações e reduzindo perdas por quebra, o que contribui para maior comercialização e rentabilidade ao produtor (LEANDRO et al., 2006).

2.2 Cálcio na nutrição de aves poedeiras

Um programa nutricional adequado para codornas poedeiras deve observar as recomendações específicas de nutrientes, com ênfase na oferta de cálcio, cujo requisito referido na literatura varia de 2,90% a 3,15% para codornas japonesas em fase de postura (ROSTAGNO et al., 2017), valor determinado pela alta demanda metabólica exigida para a calcificação da casca do ovo.

O cálcio desempenha papel fundamental na formação da casca do ovo, exigindo concentrações elevadas desse mineral na dieta das aves (Melo & Moura, 2009). A qualidade da casca é influenciada por múltiplos fatores, tais como manejo, genética, condições ambientais, estado patológico, idade das aves e fatores nutricionais. Entre estes últimos, destacam-se os níveis de cálcio e fósforo, uma vez que a casca é constituída predominantemente por carbonato de cálcio (CaCO_3) (VIEIRA et al., 2012).

A literatura específica sobre exigências nutricionais de codornas japonesas ainda é relativamente escassa; contudo, conhecimentos acumulados na avicultura de frangos de corte e de galinhas poedeiras têm sido utilizados como base, com as devidas adaptações conforme as respostas fisiológicas observadas nas codornas (ROSTAGNO et al., 2017).

Minerais representam de 3 a 4% do peso vivo das aves e participam de vias metabólicas essenciais ao crescimento e à reprodução; sua função extrapola a simples manutenção, afetando diretamente a produção e sua continuidade (PINTO et al., 2012). Nesse conjunto, o cálcio merece atenção especial, pois sua utilização metabólica varia de acordo com a idade das aves (ARAÚJO et al., 2012).

Em estudo conduzido por Pedroso et al. (1999), foram avaliados níveis de cálcio de 2,5; 3,0 e 3,5% em combinação com níveis de fósforo disponível de 0,25; 0,45; 0,65 e 0,85% em codornas em produção de ovos a partir dos 42 dias de idade. Não foram observados efeitos significativos sobre consumo de ração, porcentagem de postura, massa do ovo, conversão alimentar por dúzia e por quilograma de ovos, porcentagem de casca e espessura de casca. Entretanto, houve melhora na gravidade específica dos ovos quando se empregou 0,45% de fósforo disponível associado a 3,5% de cálcio.

As fontes de minerais mais utilizadas na nutrição animal são os compostos inorgânicos de origem rochosa, como o calcário e o fosfato bicálcico, que se destacam pela importância e custo reduzido (Melo & Moura, 2009).

2.3 Calcário calcítico e granulometria para aves

O calcário calcítico constitui a principal fonte de cálcio para formulações de rações aviárias. Classicamente, são consideradas calcárias as rochas com teor de carbonatos superior a 50%; uma classificação prática adicional distingue calcário calcítico (óxido de magnésio < 5%), calcário magnesiano (MgO entre 5 e 12%) e dolomítico (MgO > 12%) (MONIZ, 1983).

A granulometria do calcário fornecido na dieta influencia a disponibilidade do cálcio para o organismo das aves. Partículas muito finas solubilizam-se com rapidez no trato digestório, o que pode levar à mobilização de cálcio a partir do tecido ósseo para suprir as demandas de produção de casca. Por outro lado, partículas mais grossas tendem a dissolver-se mais lentamente, favorecendo liberação gradual e potencial retenção no trato (Leandro et al., 2006; Murata et al., 2009).

Murata et al. (2009) observaram que a interação entre níveis de cálcio e distintas combinações de granulometria do calcário influenciou o peso médio dos ovos em poedeiras comerciais. Em codornas japonesas, Berto et al. (2007) verificaram menor percentual de ovos quebrados quando se utilizou calcário de granulometria mais grossa (0,947 mm) em comparação com tratamento baseado exclusivamente em calcário fino (0,361 mm).

Leandro et al. (2006) investigaram diferentes faixas granulométricas — fina (0,30–0,80 mm), média (0,85–1,00 mm) e grossa (2,00–5,00 mm) — e concluíram que a moagem grosseira reduz a solubilidade do calcário, enquanto

a granulometria fina libera cálcio prontamente para absorção. No referido trabalho, a granulometria classificada como média forneceu cálcio em quantidade insuficiente para atender às demandas das aves, ocasionando redução na produção de ovos, sem alterar o peso dos ovos nem os parâmetros de qualidade da casca.

Mais recentemente, Pereira (2021) avaliou a substituição do calcário calcítico de granulometria mais grossa por granulometria mais fina em codornas japonesas após o pico de postura (214 a 277 dias de idade) e não detectou efeito sobre parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos e qualidade óssea.

2.4 O fósforo na nutrição

O fósforo (P) é reconhecido como um dos minerais mais abundantes na nutrição animal e participa de funções fisiológicas essenciais. Entre suas atribuições encontram-se o metabolismo de energia, a manutenção do equilíbrio ácido-básico e a constituição de fosfolipídios nas membranas celulares (Suttle, 2010). Ademais, o fósforo influencia o apetite e a eficiência alimentar (Runho et al., 2001) e apresenta forte relação com a produção e a qualidade dos ovos.

Além de ser necessário para a reposição de metabólitos como nucleotídeos e fosfolipídios, o fósforo é determinante para o desenvolvimento esquelético (Van Harn et al., 2017).

Para atender às exigências de fósforo nas dietas comerciais, as indústrias de ração empregam fosfatos inorgânicos, destacando-se o fosfato bicálcico (FB) e o fosfato monocálcico (FM), formas comumente utilizadas na suplementação de aves (Tassanee et al., 2018). Contudo, produtos comercializados como FB e FM frequentemente consistem em misturas de ambas as formas (Silva Junior et al., 2022).

A digestibilidade do fósforo varia em função de diversos fatores: características intrínsecas do fosfato, presença de contaminantes, granulometria dos fosfatos (Lyu et al., 2021; Rocha Júnior et al., 2015), metodologia empregada nas avaliações (Santos et al., 2022), idade do animal, relação cálcio:fósforo (Ca:P) e aplicação de fitase (Shastak et al., 2014).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização, Período Experimental e Aspectos Éticos

O ensaio experimental foi conduzido nas dependências do Laboratório de Experimentação e Metabolismo Animal (LEMA), pertencente ao Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), em Minas Gerais. O monitoramento das aves estendeu-se por um intervalo total de 63 dias, subdividido em três ciclos avaliativos de 21 dias cada. As práticas de manejo e coleta de dados foram previamente submetidas e aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais da instituição (CEUA/UFSJ), sob o parecer de protocolo nº 06432200422.

3.2. Delineamento e Tratamentos Experimentais

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), estruturado em arranjo fatorial 2 × 2. Os fatores avaliados consistiram em duas fontes de minerais (calcário e fosfato bicálcico) associadas a duas formas físicas granulométricas (pó ou microgranulado). A combinação desses fatores originou quatro tratamentos distintos, descritos a seguir:

T1: Fosfato bicálcico em pó + Calcário em pó;

T2: Fosfato bicálcico em pó + Calcário microgranulado;

T3: Fosfato bicálcico microgranulado + Calcário em pó;

T4: Fosfato bicálcico microgranulado + Calcário microgranulado.

Para a execução do estudo, foram utilizadas 192 codornas em fase de postura, distribuídas em seis repetições por tratamento, contendo oito aves em cada unidade experimental.

3.3 Manejo Nutricional e Instalações

As rações experimentais foram formuladas de modo a serem isonutritivas, atendendo estritamente às exigências nutricionais propostas Rostagno et al. (2017). O fornecimento de água e alimento ocorreu de forma *ad libitum* durante todo o período. O manejo fotoperiódico estabelecido consistiu em 16 horas diárias de iluminação, combinando luz natural e artificial.

As aves foram alojadas em baterias de gaiolas confeccionadas em arame galvanizado, com dimensões individuais de 40 × 35 × 23 cm (largura × profundidade × altura), o que proporcionou uma densidade populacional de 175 cm²/ave. Cada compartimento dispunha de um comedouro frontal em formato de calha e um sistema de dessedentação por bebedouro do tipo *nipple*.

As análises físicas de granulometria (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia (DEZOO) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ), de acordo com as metodologias descritas por Butolo (2002).

Tabela 1. Valores de granulometria das fontes de cálcio utilizadas em ração para codornas em postura

Parâmetros	Fontes de cálcio		Fontes de cálcio e fósforo	
	Calcário Pó	Calcário Granulado	Bicálcico Pó	Bicálcico Micro
MF	1,0	3,2	1,2	3,1
DGM	211	942	243	869
Partícula Grossa	0	3,4	0	0,2
Partícula Média	0,5	84,3	0	94,4
Partícula Fina	99,5	12,3	100	5,4

DGM: Diâmetro geométrico médio

A ração foi composta, principalmente, por milho e farelo de soja, e foi formulada para atender às exigências nutricionais das aves (ROSTAGNO et al., 2017). A composição centesimal e nutricional das dietas das codornas é apresentada na Tabela 2

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional da ração experimental

Ingredientes	Ração Basal
Milho grão 7,86% PB	56,48
Soja farelo 45%	32,00
Calcário	7,15
Óleo de soja	1,71
Fosf. bicálcico	1,45
Sal comum	0,36
Mist. Vitamínica ¹	0,05
Mist. Mineral ²	0,05
Cloreto de colina (60%)	0,10
DL-metionina	0,390
L-lisina HCL	0,242
L- Treonina	0,010
BHT	0,01
Total	100
EM (Mcal/kg)	2800
PB	19,43
Cálcio	3,16
Fósforo Total	0,580
Fósforo Disponível	0,327
Lisina Digestível	1,107
Metionina Digest.	0,661
Sódio	0,155
Treonina Digest.	0,675
Triptofano Digest.	0,223

1 - Suplemento vitamínico por kg de ração Vitamina A - 11.000 UI; Vitamina D3 - 4.000 UI; Vitamina E - 55 UI; Vitamina K3 - 3 mg; Vitamina B1 - 2,3 mg; Vitamina B2 - 7 mg; Vitamina B6 - 4 mg; Vitamina B12 - 25 ug; Biotina - 0,250 mg; Ácido Fólico - 2 mg; Niacina - 60 mg; Ácido Pantotênico - 12 mg e Selênio - 0,3 mg.

2 - Suplemento mineral por kg de ração: Manganês - 130 mg; Ferro - 100 mg; Zinco - 130 mg; Cobre - 20 mg; Iodo - 2 mg.

3.4 Coleta de Dados e Parâmetros Avaliados

A rotina diária de manejo envolveu o recolhimento e o registro quantitativo dos ovos, com a devida catalogação de avarias físicas, como ovos quebrados, trincados, com casca mole ou desprovidos de casca. Paralelamente, realizaram-se leituras diárias das temperaturas máximas e mínimas, além da umidade relativa do ar (UR) do ambiente.

Ao término de cada ciclo de 21 dias, foram mensuradas as seguintes variáveis zootécnicas e de desempenho: consumo de ração; produção de ovos por ave/dia e por ave alojada; produção de ovos comercializáveis; massa de ovos e conversão alimentar por massa de ovos.

Para a determinação da qualidade interna e externa dos ovos, avaliaram-se a gravidade específica e o peso absoluto e porcentagem de casca, gema e albúmen.

O consumo de ração foi analisado para mensurar o consumo de ração (g/ave/dia), as sobras e os desperdícios eram pesados e descontados da quantidade de ração fornecida durante o período experimental. O número de aves mortas foi descontado do número total de aves de cada unidade, o que possibilitou a obtenção do correto consumo por ave.

A produção média de ovos foi obtida registrando-se diariamente o número total de ovos produzidos, sendo essa expressa em porcentagem sobre a média de aves do período (ovo/ave/dia).

Todos os ovos íntegros produzidos semanalmente em cada repetição, foram pesados em balança de precisão de 0,001 g e o peso total obtido foi dividido pelo número de ovos pesados, obtendo-se o peso médio dos ovos (g). O peso médio dos ovos foi multiplicado pelo número total de ovos produzidos, obtendo-se assim a massa total de ovos, esta massa total foi dividida pelo número total de aves ao final do período experimental, sendo expressa em gramas de ovo por ave por dia (g/ovo/ave/ dia).

A conversão por massa de ovos foi obtida pelo consumo de ração em quilogramas dividido pela massa de ovos produzidas em quilogramas (kg/kg) e a conversão por dúzia de ovos expressa pelo consumo total de ração em quilogramas dividido pela dúzia de ovos produzidos (kg/dz).

No terceiro dia de cada semana, foi avaliada a gravidade específica de todos os ovos íntegros coletados. Os ovos foram imersos em soluções salinas

(água + NaCl) com densidade variando de 1,055 a 1,100 g/cm³, com intervalos de 0,005 g/cm³ entre elas. A densidade de cada solução foi aferida com o auxílio de um densímetro.

Para avaliação dos componentes dos ovos, no quarto dia de cada semana coletou-se aleatoriamente quatro ovos de cada unidade experimental. Esses ovos foram pesados individualmente em balança com precisão de 0,001 g, a gema de cada ovo foi pesada e registrada, e a respectiva casca lavada e seca ao ar por um período três dias, para obtenção do peso da casca. O peso do albúmen foi obtido subtraindo-se do peso do ovo o peso da gema e o da casca

3.5 Análise Estatística

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise estatística por meio do programa computacional Statistica®. Os parâmetros foram avaliados via análise de variância (ANOVA) e, nos casos de significância estatística, as médias dos tratamentos foram submetidas ao teste de comparação múltipla de Newman-Keuls, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental as médias de temperatura máxima e mínima foram de $25,2 \pm 1,9$ °C e $17,6 \pm 2,5$ °C, respectivamente. A umidade relativa do ar registrou $73,9 \pm 4,0\%$ para a máxima e $54,8 \pm 5,3\%$ para a mínima. Esses índices térmicos estão fora do intervalo de conforto térmico para codornas adultas. Pois, os valores preconizados como faixa ideal de temperatura na literatura para codornas japonesas está entre 19 a 21°C (LIMA, 2018) e umidade relativa em torno de 60% (ROSA et al., 2011).

Mesmo estando acima da zona de termoneutralidade, não houve reflexo na redução no consumo de ração, como mecanismo para auxiliar na dissipação de calor, pois o preconizado pelo manual de criação da Granja Fujikura para codornas japonesas alojadas em galpão de produção com sistema tradicional de bateria em ambiente quente é de 23 a 25g/codorna/dia, e os valores médios de consumos em todos os períodos avaliados foram superiores aos preconizados.

Os resultados de desempenho de codornas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de cálcio e fósforo e granulometrias, no período de 0 a 63 dias de experimento são apresentados nas tabelas 3.

Os parâmetros de desempenho não foram influenciados ($p>0,05$) pelas fontes de cálcio e granulometrias, nos períodos avaliados. Resultados semelhantes ao do presente estudo foram obtidos por Araújo et al. (2011) e Xavier et al. (2015), que também não observaram efeitos significativos da granulometria do calcário no desempenho de galinhas poedeiras.

De acordo com Xavier et al. (2015), se o tamanho de partícula da fonte de cálcio não afeta o consumo significativamente, como consequência outros parâmetros de desempenho não serão afetados, considerando que as aves recebendo dietas com diferentes granulometrias do calcário calcítico consumiram a quantidade de cálcio necessária para manter um bom desempenho. Salienta-se ainda que, as aves estavam submetidas às mesmas condições ambientais e de manejo e as dietas foram isonutritivas, o que pode explicar a ausência da influência de diferentes granulometrias do no consumo de ração.

Tabela 3: Desempenho de codornas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de cálcio e fósforo e granulometrias, no período de 0 a 63 dias de experimento

Parâmetros	Calcário	Fosfato bicálcico			Valor p
		Pó	Microgranulado	Média	
Consumo MN, g/ave/dia	Pó	26,36	26,24	26,30	Calc. 0,6903
	Microgranulado	26,77	26,35	26,56	Fosf. 0,6995
	Média	26,57	26,29		Inter. 0,9414
Peso dos Ovos (g)	Pó	11,72	11,72	11,72	Calc. 0,7299
	Microgranulado	11,68	11,84	11,76	Fosf. 0,4684
	Média	11,70	11,78		Inter. 0,4864
Conversão Alimentar/ Massa de Ovo	Pó	2,85	2,56	2,71	Calc. 0,6783
	Microgranulado	2,68	2,86	2,77	Fosf. 0,8915
	Média	2,77	2,71		Inter. 0,2920
% de ovos comercializáveis	Pó	94,50	97,75	96,13	Calc. 0,7976
	Microgranulado	95,50	96,29	95,90	Fosf. 0,3743
	Média	95,00	97,02		Inter. 0,4965

1 - Variável: Fosfato (Fosf.), Calcário (Calc.) e Interação (Inter.)

2 - Médias seguidas de letras diferentes, maiúscula na coluna (Calcário) e minúscula (Fosfatos) na linha, diferem pelo teste Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$)

Leandro et al. (2006) avaliaram a influência da granulometria do calcário sobre o desempenho de codornas japonesas no pico de postura e observaram que a moagem grosseira do calcário torna este menos solúvel e a granulometria fina libera o cálcio prontamente para absorção. As granulometrias utilizadas por estes autores foram: fina (diâmetro das partículas entre 0,30 e 0,80mm), média (diâmetro das partículas entre 0,85 e 1,0mm) e grossa (diâmetro das partículas entre 2,0 e 5,0mm). Quando o cálcio não foi absorvido em quantidades suficientes para atender as exigências das aves, especificado no trabalho como granulometria média, a produção de ovos foi reduzida e não houve alteração no peso dos ovos e na qualidade da casca.

Pereira (2021) avaliou a influência da granulometria do calcário calcítico em parâmetros de qualidade óssea, qualidade dos ovos e desempenho de codornas japonesas após o pico de postura, e concluíram que a substituição do calcário calcítico de granulometria mais grossa pelo calcário calcítico de granulometria mais fina não influenciaram os parâmetros de desempenho, qualidade dos ovos e qualidade óssea de codornas japonesas após o pico de postura, com idade de 214 a 277 dias de idade.

Os resultados de qualidade de ovos de codornas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de cálcio e fósforo e granulometrias, no período de 0 a 63 dias de experimento são apresentados nas tabelas 4.

Houve interação ($P < 0,05$) entre as características físicas (granulometria) e químicas (fontes de cálcio) dos minerais utilizados no experimento para os parâmetros de peso e o porcentagem da gema. Codornas que consumiram calcário pó e fosfato pó obtiveram menores pesos e porcentagem da gema.

Tabela 4: Desempenho e qualidade de ovos de codornas alimentadas com ração contendo diferentes fontes de cálcio e fósforo e granulometrias, no período de 0 a 63 dias de experimento

Parâmetros	Calcário	Fosfato bicálcico			Valor p
		Pó	Microgranulado	Média	
Gravidade	Pó	1,073	1,073	1,073	Calc. 0,1177
Específica (g/cm ³)	Microgranulado	1,075	1,074	1,074	Fosf. 0,2507
	Média	1,074	1,073		Inter. 0,6282
Peso da Casca (g)	Pó	0,947	0,991	0,969B	Calc. 0,0248
	Microgranulado	0,990	0,996	0,993A	Fosf. 0,0193
	Média	0,968b	0,993a		Inter. 0,0732
Peso da Gema (g)	Pó	3,45b	3,59a	3,52	Calc. 0,6181
	Microgranulado	3,57a	3,52ab	3,54	Fosf. 0,2004
	Média	3,51	3,55		Inter. 0,0002
Peso do Albúmen (g)	Pó	7,19	7,25	7,22	Calc. 0,3976
	Microgranulado	7,21	7,16	7,19	Fosf. 0,9885
	Média	7,20	7,20		Inter. 0,2203
% de Casca	Pó	8,08	8,50	8,29	Calc. 0,0848
	Microgranulado	8,45	8,55	8,50	Fosf. 0,0337
	Média	8,26b	8,52a		Inter. 0,1871
% de Gema	Pó	29,59b	30,41a	30,00	Calc. 0,4949
	Microgranulado	30,10a	30,18a	30,14	Fosf. 0,0001
	Média	29,85b	30,30a		Inter. 0,0017
% de Albúmen	Pó	62,19	61,27	61,73	Calc. 0,0670
	Microgranulado	61,39	61,32	61,35	Fosf. 0,0133
	Média	61,79a	61,29b		Inter. 0,0257

1 - Variável: Fosfato (Fosf.), Calcário (Calc.) e Interação (Inter.)

2 - Médias seguidas de letras diferentes, maiúscula na coluna (Calcário) e minúscula (Fosfatos) na linha, diferem pelo teste Student-Newman-Keuls ($P < 0,05$)

A qualidade da casca de ovos, foi influenciada ($P < 0,05$) pela granulometria do calcário e do fosfato bicálcico, onde as fontes microgranuladas obtiveram maiores peso e na percentagem da casca dos ovos. Leandro et al. (2006), que avaliaram o efeito da granulometria do calcário calcítico da ração de postura sobre a qualidade da casca dos ovos de codornas japonesas e concluíram que a granulometria do calcário não influenciou a qualidade da casca dos ovos. De fato, a qualidade externa dos ovos pode ser influenciada por diversos fatores relacionados à idade, ambiente, manejo e nutrição da ave. Pesquisas mostram que ovos com cascas mais espessas são mais resistentes a danos físicos, reduzindo, assim, perdas econômicas, provocadas por fissuras e quebras propriamente consideradas.

Araújo et al. (2011) e Jardim Filho et al. (2005) mostraram que em determinadas situações, como quando as aves consumiram níveis adequados de cálcio, utilizar fonte de cálcio com maior granulometria na dieta de aves poedeiras pode não promover respostas significativas em determinados parâmetros para avaliar a qualidade da casca. Maiores tamanhos de partículas podem gerar resultados benéficos em aves expostas a fatores que podem reduzir a eficiência da utilização de cálcio, ou mesmo níveis inadequados na dieta (PIZZOLANTE et al., 2009; RAO & ROLAND, 1992).

5. CONCLUSÃO

A utilização de fontes minerais na forma microgranulada melhora a qualidade estrutural externa dos ovos de codornas japonesas em postura, visto que promove a formação de cascas mais pesadas e com maior proporção de fixação mineral, sem prejudicar o consumo voluntário de ração, o peso médio dos componentes e a conversão alimentar do lote.

A inclusão de calcário e fosfatos bicálcicos, nas formas em pó ou microgranuladas, atende de maneira satisfatória às exigências nutricionais de codornas em postura.

6. REFERÊNCIAS

ARAUJO, J. A.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; SOUSA, J. M. B; GIVISIEZ, P. E. N.; SAKOMURA, N. K. Effect of the levels of calcium and particle size of limestone on laying hens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 997 1005, 2011.

BELLAVER, C.; NONES, K. A importância da granulometria, da mistura e da peletização da ração avícola. Palestra apresentada no IV Simpósio Goiano de Avicultura, Goiânia- GO, 2000.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 301 p.

HESTER, P.Y. **A qualidade da casca do ovo**. Avicultura industrial, Porto Feliz, ano 90, n. 1072, p.20-30, 1999

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção da pecuária municipal 2014[Internet]**. Rio de Janeiro: IBGE; 2024.

JARDIM FILHO, R. DE M.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A.; SAKAMOTO, M. I.; FRANCO, J. R. G. Influência das fontes e granulometria do calcário calcítico sobre a densidade, resistência e composição mineral da tíbia de poedeiras comerciais. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 23-28, 2005.

LEANDRO, N. S. M.; COELHO, M. G.; STRINGHINI, J. H.; CAFÉ, M. B.; ANDRADE, M. A. Granulometria do calcário no desempenho e qualidade da casca de ovos de codornas japonesas. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 7, n. 4, p. 381-387, out./dez. 2006.

LIMA, H. J. D. **Coturnicultura Básica**. Rio de Janeiro: Multifoco, 2018.

LIMA, I.L. Disponibilidade de fósforo e de flúor de alguns alimento e exigência nutricional de fósforo para frangos de corte. Viçosa, MG:

LIMA, G. J. M. M. *et al.* Efeito dos fatores físicos da ração sobre o desempenho de monogástricos. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS*, 1., 1995, Viçosa, MG. **Anais [...]**. Viçosa, MG: UFV, 1995. p. 251-267.

MONIZ, A.C. Reservas e ocorrências de rochas calcárias no Brasil. *In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO*, 15., 1982, Campinas, SP. *Acidez e calagem no Brasil*. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. p.1-9.

LYU, F., VAN DER POEL, A. F. B., HENDRIKS, W. H., & THOMAS, M. (2021). Particle size distribution of hammer milled maize and soybean meal, its nutrient composition and in vitro digestion characteristics. **Animal Feed Science and Technology**, 281, 115095. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.115095>.

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

Murata, L. S., J. Ariki, A. P. Santana e R. M. Jardim Filho. 2009. Níveis de cálcio e granulometria do calcário sobre o desempenho e a qualidade da casca de ovos de poedeiras comerciais. *Revista Biotemas*, 22: 103-110.

PASTORE, S. M.; OLIVEIRA, W., P de; MUNIZ, J. C. L. Panorama da coturnicultura no Brasil. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 6, p. 2041-2049, 2012.

PEDROSO, A.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. et al. Efeito de níveis dietéticos de cálcio e fósforo disponível sobre o desempenho e qualidade dos ovos de codornas japonesas. *Ars Veterinária*, v.15, n.2, p.135-139, 1999.

PEREIRA, I. D. B. **Granulometria do calcário calcítico na dieta de codornas japonesas após o pico de postura**. 2021. 50 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021.

PINTO, S. et al. Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Scientia Agraria Paranaenses**, Marechal Cândido Rondon, v. 11, n. 1, p. 5-18, 2012.

PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B.; LAGANÁ, C.; KAKIMOTO, S. K.; TOGASHI, C. K. Effects of calcium levels and limestone particle size on the egg quality of semi-heavy layers in their second production cycle. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 11, n. 2, p. 79-86, jun. 2009.

RAO, K. S.; ROLAND, D. A. Improved limestone retention in the gizzard of commercial Leghorn hens. **Journal Applied Poultry Research**, n. 1, p. 6-10, 1992.

ROCHA JÚNIOR, C. M.; TEIXEIRA, A. O.; HANNAS, M. I.; SANTANA, A. L. A.; CARVALHO, T. A.; OLIVEIRA, B. L.; MOREIRA, L. M.; BRIGHENTI, C. R. G. Digestibility of phosphorus in powder and microgranular phosphate in diets for pigs. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.16, p.544–557, 2015. <https://doi.org/10.1590/s1519-99402015000300007>.

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, p. 1605–1610, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. 4.ed. Viçosa: UFV, 2017. P.488.

RUNHO, R.C.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H. S. et al. Exigência de fósforo disponível para frangos de corte machos e fêmeas de 1 a 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p. 187- 196, 2001.

SANTOS, E. T.; SILVA, F. F.; BARBOSA, F. C.; CARVALHO, G. B.; FARIAS, L. A.; BIAGIOTTI, D.; BEZERRA, R. M.; DOURADO, L. R. B. Fontes de cinza insolúvel em ácido como indicador de digestibilidade do milho em frangos de corte. **Semina: Ciências Agrárias**, v.43, p.911–918, 2022. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n2p911>.

SHASTAK, Y.; ZELLER, E.; WITZIG, M.; SCHOLLENBERGER, M.; RODEHUTSCORD, M. Effects of the composition of the basal diet on the evaluation of mineral phosphorus sources and interactions with phytate hydrolysis in broilers. **Poultry Science**, v.93, p.2548-2559, 2014. doi: 10.3382/ps.2014-03961.

SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P. **Tabelas para codornas japonesas e europeias**. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2009. 107 p.

SILVA, A. F.; SGAVIOLI, S.; DOMINGUES, C. H. F. et al. Coturnicultura como alternativa para aumento de renda do pequeno produtor. Arq. Bras. de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 70, n. 03, p. 913-920, 2018.

SILVA JUNIOR, C. R.; TEIXEIRA, A. O.; MOREIRA, L. M.; RESENDE, V. A.; REIS, R. S.; VALENTE JÚNIOR, D. T.; LYON, J. P.; ROCHA JUNIOR, C. M.; BRIGHENTI, C. R. G. Avaliação da granulometria de fosfatos utilizados em ração para frangos tipo caipira. **Pubvet**, v.16, p.1-10, 2022. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n08a1177.1-10>.

SUTTLE, N.F. Mineral Nutrition of Livestock. 4^a ed. 2010.

TASSANEE, T.; YUWARES, R.; ORNPAPUN, S.; SEKSOM, A. True ileal phosphorus digestibility of monocalcium phosphate, monodicalcium phosphate and dicalcium phosphate for broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v.241, p.1–7, 2018. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2018.04.005.

VAN HARN, J.; SPEK, J. W.; VAN VUURE, C. A.; VAN KRIMPEN, M. M. Determination of pre-cecal phosphorus digestibility of inorganic phosphates and bone meal products in broilers. **Poultry Science**, v.96, p.1334-1440, 2017. doi: 10.3382/ps/pew458.

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.

XAVIER, R. P. de S.; FREITAS, E. R.; BRAZ, N. M.; FARIAS, N. N. P.; LIMA, R. C.; WATANABE, P. H.; NASCIMENTO, G. A. J.; PEIXOTO, M. S. M. Limestone particle sizes and lighting regimens on egg and bone quality of laying hens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.**, Brasília, v. 50, n. 8, p. 718-725, ago. 2015.