

Inclusão de farinha de penas em dietas com redução de proteína e aminoácidos para codornas de corte

Inclusion of feather meal in the diet with reduced protein and amino acids for meat quails

Inclusión de harina de plumas en dietas con proteínas y aminoácidos reducidos para codornices de carne

Recebido: 17/07/2020 | Revisado: 01/08/2020 | Aceito: 04/08/2020 | Publicado: 12/08/2020

Thiago Ferreira Diana

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2386-8307>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: thiagofnet@hotmail.com

Sandra Regina Freitas Pinheiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8509-8497>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: sandrafreitaspinheiro@gmail.com

Karla Magalhães Ramos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8908-6135>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: karlamramos@hotmail.com

Andressa Silva Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9526-4954>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: andressa.s.ufvjm@gmail.com

Rafaela Cristina Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1519-7219>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: rafaelarodrigueszoo@gmail.com

Leilane Rocha Barros Dourado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7141-6677>

Universidade Federal do Piauí, Brasil

E-mail: leilane@ufpi.edu.br

Cristina Moreira Bonafé

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9508-5494>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: crisbonafe@gmail.com

Elizzandra Marta Martins Gandini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2580-5510>

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil

E-mail: elizzandragandini@yahoo.com.br

Resumo

Objetivou-se avaliar a inclusão de farinha de penas (FP) em dietas reduzidas em proteína bruta (PB) e aminoácidos (AA) para codornas de corte. Foram utilizadas 240 codornas de corte machos nas fases de 8 a 21 dias e 8 a 35 dias de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas dietas: controle positivo (CP) e controle negativo (CN) reduzida em PB e AA em relação ao CP x três níveis de inclusão de FP: 0, 5 e 10%), totalizando 6 tratamentos, com 4 repetições de 10 codornas por parcela. Houve interação ($P < 0,05$) entre a inclusão de FP e as dietas para o consumo de ração na fase de 8 a 21 dias, bem como efeito da inclusão de FP e das dietas para o ganho em peso e conversão alimentar. No período de 8 a 35 dias não houve efeito ($P > 0,05$) da interação entre os fatores, mas efeito ($P < 0,05$) da inclusão da FP para o consumo de ração, e para a inclusão da FP e as dietas para ganho em peso e conversão alimentar. A utilização de FP, em qualquer nível utilizado não afetou ($P > 0,05$) as variáveis de carcaça, exceto para o rendimento de coxa + sobrecoxa ($P < 0,05$) que foi melhor com o CN. A FP pode ser utilizada em até 5% sem ocasionar danos ao desempenho das codornas. A dieta CN, com redução de PB e AA não apresenta uma boa estratégia para melhorar o desempenho das codornas.

Palavras-chave: Alimentos alternativos; Aminoácidos sulfurosos; Subproduto de origem animal.

Abstract

The objective was to evaluate the inclusion of feather meal (FM) in diets reduced in crude protein (CP) and amino acids (AA) for meat-type quails. 240 male meat-type quails were used in the phases from 8 to 21 days and 8 to 35 days of age, distributed in a completely randomized design, in a 2 x 3 factorial scheme (two diets: positive control (PC) and negative control (NC) reduced in CP and AA in relation to PC x three levels of inclusion of FM: 0, 5

and 10%), totaling 6 treatments, with 4 repetitions of 10 quails per plot. There was an interaction ($P < 0.05$) between the inclusion of FM and diets for feed consumption in the 8 to 21 days phase, as well as an effect of the inclusion of FM and diets for weight gain and feed conversion. In the period from 8 to 35 days there was no effect ($P > 0.05$) of the interaction between the factors, but an effect ($P < 0.05$) of the inclusion of FM for feed consumption and for the inclusion of FM and the diets for weight gain and feed conversion. The use of FM at any level used did not affect ($P > 0.05$) the carcass variables, except for the thigh + drumstick yield ($P < 0.05$), which was better for NC. FM can be used in up to 5%, without causing damage to the performance of quails. The NC diet with reduction of CP and AA does not present a good strategy to improve the performance of quails.

Keywords: Alternative foods; Animal by-product; Sulfurous amino acids.

Resumen

El objetivo fue evaluar la inclusión de harina de plumas (HP) en dietas reducidas en proteína cruda (PC) y aminoácidos (AA) para codornices de carne. Se utilizaron 240 codornices macho en las fases de 8 a 21 días y de 8 a 35 días, distribuidas en un diseño completamente al azar, en un esquema factorial 2 x 3 (dos dietas: control positivo (CP) y control negativo (CN) reducida en PC y AA en relación con CP x tres niveles de inclusión de HP: 0, 5 y 10%), totalizando 6 tratamientos con 4 repeticiones de 10 codornices por parcela. Hubo una interacción ($P < 0.05$) entre la inclusión de HP y las dietas para el consumo de alimento en la fase de 8 a 21 días, así como el efecto de la inclusión de HP y las dietas para el aumento de peso y la conversión alimenticia. En el período de 8 a 35 días no hubo efecto ($P > 0.05$) de la interacción entre los factores, sino un efecto ($P < 0.05$) de la inclusión de HP para el consumo de alimento, y para la inclusión de HP y las dietas para el aumento de peso y la conversión alimenticia. El uso de HP en cualquier nivel utilizado no afectó ($P > 0.05$) las variables de canal, excepto por el rendimiento del muslo + contramuslo ($P < 0.05$), que fue mejor para CN. HP se puede utilizar hasta en un 5% sin causar alteraciones al rendimiento de las codornices. La dieta CN con reducción de PC y AA no presenta una buena estrategia para mejorar el rendimiento de las codornices.

Palabras clave: Alimentos alternativos; Aminoácidos azufrados; Subproducto animal.

1. Introdução

O uso de alimentos proteicos alternativos ao farelo de soja na composição da ração das

aves reduz os custos de produção, já que o preço da soja depende do mercado internacional (Beski et al., 2015). Uma alternativa que vem mostrando benefícios, em termos econômicos e ambientais, são as farinhas de subprodutos de origem animal, pois se asseguradas qualitativamente, podem trazer vantagens nutricionais na formulação das rações (Khosravinia et al., 2015). A farinha de penas, além de possuir preço competitivo, apresenta alto teor de proteína bruta com boa digestibilidade de aminoácidos essenciais quando processada adequadamente (Eying et al., 2012).

Além da utilização de alimentos de origem animal como forma alternativa na alimentação de codornas, a redução da proteína e aminoácidos também pode apresentar algumas vantagens econômicas, como também reduzir a poluição ambiental. Em dietas para aves, níveis elevados de aminoácidos e proteína podem causar perdas de nitrogênio para o meio ambiente, com aumento da poluição ambiental. Embora o nitrogênio seja importante como fertilizante para as plantas, o seu excesso pode ser prejudicial ao solo (Pavan et al., 2005). Além disso, o excesso de proteína e aminoácidos nas rações oferecidas para os animais monogástricos pode acarretar em gasto energético para excreção (Aletor et al., 2000; Ghahri et al., 2010) e antagonismo entre aminoácidos.

As estimativas dos níveis de proteína bruta para codornas de genótipo para produção de carne estão diretamente relacionadas com o sexo, os níveis de energia da ração e aminoácidos, que influem no rendimento e na qualidade da carcaça (Rodrigues et al., 2008). De acordo com Oliveira Neto e Oliveira (2009) alguns estudos apontam que há a possibilidade de diminuir os níveis de proteína das dietas de frangos de corte, mantendo-se o suprimento de aminoácidos essenciais, dependendo dos alimentos a serem utilizados durante a formulação. Mahmood et al. (2017) observaram que a redução de proteína bruta e inclusão de farelo misto de abatedouro de aves na dieta para frangos de corte não prejudica o desempenho e as características de carcaça.

Assim, objetivou-se avaliar a inclusão de farinha de penas e a redução de proteína bruta e aminoácidos nas dietas sobre o desempenho e rendimento de carcaça e cortes de codornas de corte (*Coturnix coturnix coturnix*).

2. Metodologia

O presente estudo foi realizado por meio de experimentação de campo de natureza quantitativa e qualitativa conforme descrito por Pereira et al. (2018). Foi realizado no Laboratório de Pesquisas com Animais Monogástricos, da Universidade Federal dos Vales do

Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, MG. Todos os procedimentos foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, sob o protocolo nº 026/2016.

Foram utilizadas 240 codornas de corte machos, com 8 dias de idade e peso médio de 35g, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (duas dietas (controle positivo, CP e controle negativo, CN) x três níveis de farinha de penas (FP) 0, 5 e 10%), totalizando seis tratamentos com quatro repetições de 10 codornas por unidade experimental. Os tratamentos experimentais foram: T1: CP + 0% FP; T2: CP + 5% FP; T3: CP + 10% FP; T4: CN, dieta com redução das exigências de proteína bruta e aminoácidos em 8%, em relação ao CP + 0% FP; T5: CN + 5% FP e T6: CN + 10% FP.

Todas as dietas experimentais foram fornecidas na forma farelada e formuladas a base de milho e farelo de soja. As dietas CP foram formuladas seguindo as exigências nutricionais para cada fase, de acordo com Silva e Costa (2009), sendo todas isoenergéticas (Tabelas 1 e 2). As dietas CN foram formuladas com redução nutricional das exigências de proteína bruta e aminoácidos propostas por Silva e Costa (2009). Para o cálculo das dietas experimentais foi realizado anteriormente a determinação da energia metabolizável aparente da FP para codornas, pelo método de coleta total de excretas, obtendo-se o valor de 3006,65 kcal/kg, na matéria natural. Os níveis de aminoácidos totais considerados da FP foram: ácido aspártico (5,85%), ácido glutâmico (8,81%), alanina (4,12%), arginina (5,40%), cistina (4,03%) e fenilalanina (4,21%) conforme informações do fabricante. Os demais aminoácidos seguiram o descrito por Rostagno et al. (2011). A FP hidrolisada possui a digestibilidade em pepsina de 1:10000 a 0,2% em HCl 0,075 N (mínimo) (65,00%). A composição bromatológica dos demais ingredientes seguiram as informações de Rostagno et al. (2011).

Tabela 1. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 8 a 21 dias de idade.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,88%)	47,995	50,684	57,120	54,653	60,278	61,813
Farelo de Soja (45%)	45,535	35,674	25,412	39,981	29,851	20,505
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	2,489	4,344	2,986	1,369	0,000	0,018
Calcário Calcítico	1,256	1,343	1,324	1,257	1,324	1,387
Fosfato Bicálcico	1,033	0,934	0,853	1,077	1,001	0,929
Sal Comum	0,381	0,344	0,311	0,381	0,349	0,319
Minerais/Vitaminas ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl (78%)	0,140	0,360	0,577	0,166	0,380	0,580
L-Isoleucina (98,5%)	0,152	0,304	0,348	0,153	0,180	0,203
DL-Metionina (98%)	0,394	0,363	0,323	0,354	0,315	0,280
L-Triptofano (98%)	0,000	0,000	0,000	0,000	0,025	0,000
L-Treonina (99%)	0,216	0,240	0,247	0,201	0,205	0,209
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ³	0,000	0,000	0,000	0,000	0,682	3,347
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	2900	2900	2900	2900	2900	2900
Cálcio (%)	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fósforo Disponível (%)	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32	0,32
Sódio (%)	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Proteína Bruta (%)	25,00	25,00	25,00	23,00	23,00	23,00
Isoleucina Digestível (%)	1,14	1,14	1,14	1,05	1,05	1,05
Lisina Digestível (%)	1,37	1,37	1,37	1,26	1,26	1,26
Metionina + Cistina Digestível (%)	1,04	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96
Treonina Digestível (%)	1,04	1,04	1,04	0,96	0,96	0,96
Triptofano Digestível (%)	0,29	0,25	0,22	0,26	0,25	0,25
Valina Digestível (%)	1,06	1,09	1,15	0,97	1,02	1,08

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg; ácido fólico 175,00 mg; ácido nicotínico 28000,00 mg; ácido pantotênico 2500,00 mg; bacitracina de zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; biotina 12,50 mg; vitamina a 500.000,00 UI; vitamina b1 150,00 mg; vitamina b12 2500,00 mg; vitamina b2 800,00 mg; vitamina b6 250,00 mg; vitamina d3 170.000,00 UI; vitamina e 2100,00 UI; vitamina k3 400,00 mg; salinomicina 12500,00 mg/kg. ²Butil hidroxitolueno. ³Areia lavada. Fonte: Autores

Tabela 2. Composição percentual e valores nutricionais calculados das rações para codornas de corte de 22 a 35 dias de idade.

Ingredientes	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Milho (7,88%)	55,404	62,186	68,469	62,200	68,690	70,962
Farelo de Soja (45%)	38,642	28,580	18,385	32,926	21,747	13,401
Farinha de Penas (84%)	0,000	5,000	10,000	0,000	5,000	10,000
Óleo de Soja	3,351	1,589	0,000	2,210	0,784	0,300
Calcário Calcítico	1,034	1,103	1,171	1,035	1,102	1,168
Fosfato Bicálcico	0,820	0,740	0,662	0,866	0,800	0,713
Sal Comum	0,331	0,298	0,266	0,330	0,298	0,267
Minerais/Vitaminas ¹	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
L-Lisina HCl (78%)	0,000	0,108	0,322	0,000	0,213	0,376
L-Isoleucina (98,5%)	0,025	0,049	0,075	0,047	0,093	0,093
DL-Metionina (98%)	0,207	0,164	0,123	0,187	0,158	0,108
L-Treonina (99%)	0,026	0,026	0,029	0,039	0,056	0,040
Antioxidante ²	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Inerte ³	0,000	0,000	0,336	0,000	0,900	2,412
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Composição Calculada						
Energia Metabolizável (Kcal/Kg)	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Cálcio (%)	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Fósforo Disponível (%)	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
Sódio (%)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Proteína Bruta (%)	22,00	22,00	22,00	19,96	19,56	20,00
Lisina Digestível (%)	1,10	1,02	1,02	0,96	0,94	0,94
Metionina + Cistina Digestível (%)	0,80	0,80	0,80	0,74	0,74	0,74
Treonina Digestível (%)	0,78	0,78	0,78	0,72	0,72	0,72
Triptofano Digestível (%)	0,25	0,22	0,18	0,22	0,18	0,16
Valina Digestível (%)	0,94	1,00	1,06	0,85	0,89	0,97
Isoleucina Digestível (%)	0,90	0,90	0,90	0,83	0,83	0,83

¹Por quilograma do produto: Cobre 2500,00 mg; Colina 27,00 mg; Ferro 12,5 mg; Iodo 250,00 mg; Manganês 17,5 mg; Metionina 130,00 g; Selênio 20,00 mg; Sódio 120,00 g; Zinco 4500,00 mg; ácido fólico 175,00 mg; ácido nicotínico 28000,00 mg; ácido pantotênico 2500,00 mg; bacitracina de zinco 5100,00 mg; BHA 500,00 mg; BHT 500,00 mg; biotina 12,50 mg; vitamina a 500.000,00 UI; vitamina b1 150,00 mg; vitamina b12 2500,00 mg; vitamina b2 800,00 mg; vitamina b6 250,00 mg; vitamina d3 170.000,00 UI; vitamina e 2100,00 UI; vitamina k3 400,00 mg; salinomicina 12500,00 mg/kg. ²Butil hidroxitolueno. ⁴Areia lavada. Fonte: Autores

Após o nascimento as aves foram sexadas e alojadas em piso forrado com maravalha, em galpão de alvenaria até o sétimo dia de idade e foram alimentadas com ração que atendia suas exigências nutricionais para o período em questão, conforme recomendações de Silva e Costa (2009). No oitavo dia, as aves foram pesadas e transferidas para as gaiolas de arame

galvanizado (60 cm de comprimento, 60 cm de largura e 35 cm de altura), contendo comedouro tipo calha, bebedouro tipo copo de pressão e lâmpadas incandescentes para manter o aquecimento. O fornecimento de água e ração foi à vontade.

As variáveis climáticas foram monitoradas diariamente às 8:00 horas por meio de termômetros de máxima e mínima e de umidade relativa do ar e ao final da fase experimental foram calculadas as médias. Para fase de 8 a 21 dias foram obtidas as médias de 28,8 °C de máxima e 25,1 °C de mínima e umidade relativa do ar de 69% e para a fase total (8 a 35 dias) foram: 27,7 °C (máxima) e 24,16 °C (mínima) e 74% de umidade do ar.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: o consumo de ração (g/ave), o ganho em peso (g/ave) e a conversão alimentar (g/g). O consumo de ração foi avaliado por meio da diferença entre a quantidade de ração fornecida e as sobras existentes no final de cada período, e foi corrigido pela data da mortalidade, quando houve. Para determinação do ganho em peso, as aves foram pesadas no início e no final do período experimental. A conversão alimentar foi calculada pela relação entre o consumo de ração e o ganho em peso.

Aos 35 dias de idade foram retiradas três aves de cada unidade experimental para avaliação do peso vivo, do rendimento de carcaça e de cortes nobres. As aves foram identificadas, pesadas individualmente e submetidas a jejum alimentar de seis horas. Posteriormente, foram abatidas por deslocamento cervical, depenadas, evisceradas e, em seguida efetuaram-se os cortes e as pesagens. Após a pesagem das carcaças, o rendimento foi calculado em relação ao peso vivo após jejum, por meio da equação: Rendimento de carcaça (%) = [(peso da carcaça/peso vivo) x 100]. O rendimento dos cortes foi realizado em função do peso da carcaça eviscerada sem pés e cabeça segundo a equação: Rendimento de cortes (%) = [(peso do corte/peso da carcaça) x 100].

As médias das variáveis analisadas para cada uma das dietas (CP e CN) foram submetidas às análises de variância e pelo teste Tukey em nível de significância de 5%, sendo inicialmente testadas e atendidas todas as pressuposições. Os dados experimentais foram submetidos às análises de regressão polinomial quadrático e linear simples, considerando os níveis de inclusão de FP nas rações. Para verificar o ajuste dos modelos foi considerado a soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F e os coeficientes de determinação (R^2). Utilizou-se o pacote estatístico SAS (2002).

3. Resultados e Discussão

Houve interação ($P < 0,01$) entre os níveis de FP e as dietas (CP e CN) para o consumo de ração (Tabela 3) na fase de 8 a 21 dias de idade. A inclusão de FP nas dietas demonstrou efeito ($P < 0,01$) sobre o consumo de ração, ganho em peso e conversão alimentar das aves. Da mesma forma, as dietas CP e CN influenciaram ($P < 0,01$) o ganho em peso e conversão alimentar.

Tabela 3. Médias e desvios padrão do consumo de ração (CR), ganho em peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte recebendo duas dietas e níveis de FP no período de 8 a 21 dias de idade.

	Dieta	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Dieta	FP*Dieta
CR (g/ave)	CP	219,35±1,57	202,90±7,71	199,95±7,54	207,40	3,53	0,004	0,965	0,009
	CN	206,95±6,40	216,22±8,81	198,63±9,24	207,26				
	Média	213,15	209,56	199,29					
GP (g/ave)	CP	109,70±2,66	103,65±3,07	94,74±2,15	102,69 ^a	4,95	0,001	0,002	0,064
	CN	97,35±7,27	103,44±5,37	86,01±6,48	95,60 ^b				
	Média	103,52	103,54	90,37					
CA (g/g)	CP	2,000±0,03	1,958±0,07	2,111±0,10	2,023 ^b	4,07	0,001	0,0002	0,654
	CN	2,132±0,12	2,091±0,06	2,313±0,08	2,179 ^a				
	Média	2,066	2,025	2,212					

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; CV: Coeficiente de variação (%); FP: Farinha de penas. Médias com letras diferentes minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$). Fonte: Autores

Ao desdobrar a interação indicada na tabela 3 para os fatores estudados (dietas e inclusões de FP) para o consumo de ração, observou-se efeito linear decrescente para a dieta CP e a inclusão de FP, segundo a equação: $CR = 217,0989 - 1,9393FP$ ($R^2 = 0,86$), indicando que o aumento de inclusão de FP na dieta CP reduz o consumo de ração das codornas. Porém, não houve ajuste de equações para a dieta CN e inclusão da FP.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santos et al. (2006) que observaram efeito decrescente no consumo de ração quando estudaram quatro níveis de inclusão de FP (0, 3, 6, 9%) em dietas para codornas de corte na fase de 1 a 21 dias. Khosravinia et al. (2015) e Mahmood et al. (2017) também observaram que ao aumentar a inclusão de farelo misto de abatedouro de aves (penas, cabeça, pés, vísceras e sangue) em dietas para frangos de corte, ocorre redução do consumo de ração até o 21º dia de idade. Entretanto, Holanda et al. (2009) avaliaram diferentes níveis (0, 2, 4, 6, 8%) de inclusão da FP na dieta para frangos de corte de

8 a 21 dias de idade e, verificaram efeito linear crescente para consumo de ração e conversão alimentar, mostrando que o consumo de ração foi alto com a inclusão da FP, no entanto, contribuiu com a piora da conversão alimentar. Esses autores justificam que a variação do consumo de ração possa ser devido ao teor de aminoácidos não essenciais presentes na FP que pode ter contribuído para o desbalanço aminoacídico das dietas.

Observou-se decréscimo do ganho em peso das codornas à medida que houve aumento de inclusão dos níveis de FP nas dietas, segundo a equação: $GP = 105,723 - 1,3147FP$ ($R^2 = 0,75$). O que possivelmente se justifica pelo fato de que a proteína da FP apresenta em sua conformação estrutura terciária muito complexa comparada à proteína vegetal, e essa estrutura contém grande quantidade de aminoácidos sulfurosos ligados a pontes dissulfeto, que, por sua vez, possui baixa solubilidade e alta resistência à ação das enzimas proteolíticas, necessitando de hidrólise para ser metabolizada pelo animal, conforme relatado por Xavier et al. (2012). Além disso, aves jovens não sintetizam enzimas suficientes, o que justifica, em partes, a redução na retenção do nitrogênio e, conseqüentemente, menor ganho em peso pela dificuldade em digerir a proteína (Aletor et al., 2000; Sklan, 2001; Noy e Sklan, 2002).

Observou-se efeito linear crescente para a conversão alimentar das aves, de acordo com a equação: $CA = 2,028 + 0,01466FP$ ($R^2 = 0,55$), evidenciando que os níveis crescentes de inclusão de FP nas dietas pioraram a conversão alimentar. Scapim et al. (2003) relatam que independentemente da FP conter alto teor de proteína bruta, a mesma apresenta alto percentual de queratina em sua conformação estrutural, o que ocasiona em dificuldade da digestão da proteína pela ação enzimática das aves. Resultados diferentes foram observados por Carvalho et al. (2012) que ao compararem dietas com 5% de inclusão FP e 5% de farinha de vísceras para frangos de corte aos 14 e 21 dias, não verificaram efeito para o consumo de ração, ganho em peso e conversão alimentar.

Observou-se pelos dados apresentados na tabela 3 que a dieta controle positivo apresentou melhores resultados para ganho em peso e conversão alimentar, pois a mesma foi formulada seguindo as exigências nutricionais preconizadas para as codornas. De acordo com Wu (2014) dietas balanceadas em proteína e aminoácidos diminuem o gasto de energia para formação de excretas, favorecendo a utilização dos aminoácidos para síntese proteica do animal, portanto, melhoram os parâmetros de desempenho.

Diante dessas informações é possível associar a queda do desempenho das codornas devido à redução de proteína e aminoácidos das dietas CN, pois, possivelmente houve a utilização de aminoácidos essenciais para a síntese dos não essenciais, devido ao déficit de nitrogênio para a síntese de aminoácidos não essenciais (Costa et al., 2014), logo, é necessário

que haja um mínimo possível de proteína intacta de forma a não comprometer o desempenho das aves. Além disso, a FP possui deficiência de diversos aminoácidos essenciais, como metionina e lisina de acordo com Scapim et al. (2003) contribuindo ainda mais para o desbalanço aminoacídico.

Não foi verificado efeito de interação ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de FP e as diferentes dietas (CP e CN) para o consumo de ração, ganho em peso e conversão alimentar das codornas na fase de 8 a 35 dias de idade (Tabela 4). Houve efeito ($P<0,05$) para os níveis de FP estudados para todas as variáveis de desempenho. As dietas CP e CN influenciaram ($P<0,05$) o ganho em peso e a conversão alimentar das aves.

O consumo de ração e o ganho em peso obtiveram ajustes das equações lineares decrescentes ($CR = 529,19 - 2,63477FP$; $R^2=0,99$ e $GP = 193,39 - 2,22169FP$; $R^2=0,99$), ou seja, o aumento da inclusão de FP acarreta em redução do consumo e conseqüentemente em queda do ganho em peso das codornas.

Diante disso a resposta da conversão alimentar das aves foi ajustada pela equação linear crescente ($CA = 2,71 + 0,0238FP$; $R^2 = 0,99$), indicando piora nessa variável com níveis crescentes de inclusão de FP na ração. Possivelmente a FP utilizada no presente estudo não apresenta boa qualidade do processamento, devido aos resultados apresentados com o aumento de inclusão da mesma nas rações. Pois, conforme mencionado por Eyng et al. (2012) a FP se processada adequadamente apresenta alto teor de proteína bruta com boa digestibilidade de aminoácidos essenciais podendo favorecer o desempenho dos animais.

Tabela 4. Médias e desvios padrão do consumo de ração (CR), ganho de peso (GP) e conversão alimentar (CA) de codornas de corte recebendo duas dietas e níveis de FP no período 8 a 35 dias de idade.

	Dieta	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Dieta	FP*dieta
CR (g/ave)	CP	534,90±15,91	509,12±9,60	507,85±24,57	517,29	3,43	0,026	0,723	0,415
	CN	524,72±22,65	520,44±11,35	499,0±17,01	514,74				
	Média	529,81	515,78	503,46					
GP (g/ave)	CP	207,02±5,79	191,27±4,71	176,98±5,28	191,76 ^a	5,55	0,001	0,001	0,312
	CN	179,29±18,00	174,20±8,10	164,89±11,9	172,80 ^b				
	Média	193,16	182,74	170,94					
CA (g/g)	CP	2,583±0,02	2,662±0,08	2,868±0,09	2,705 ^b	4,32	0,004	<,0001	0,416
	CN	2,841±0,14	2,993±0,18	3,033±0,13	2,956 ^a				
	Média	2,712	2,828	2,951					

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; FP: Farinha de penas; CV: Coeficiente de variação (%). Médias com letras diferentes minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P<0,05$). Fonte: Autores

As dietas CP e CN influenciaram ($P < 0,05$) o ganho em peso e a conversão alimentar das aves. Verificou-se que aves que receberam a dieta CP, ou seja, atendendo suas exigências em proteína bruta e aminoácidos apresentaram melhores resultados. Tendo em vista que as aves apresentaram consumo de ração similar entre as dietas, mas obtiveram redução do ganho em peso com a dieta CN, isso explica, portanto, a piora da conversão alimentar.

No presente estudo houve aumento da relação energia metabolizável: proteína bruta (EM: PB) com as dietas CN (152,5 kcal com CN *versus* 138,6 kcal para CP) e de acordo com Silva et al. (2001) o aumento da relação EM: PB contribui para prejuízo no desempenho de frangos de corte. Com isso, pode-se inferir que as dietas CN influenciou diretamente o *pool* de aminoácidos e nitrogênio endógenos necessários para deposição de proteína e a síntese de ácido úrico, logo houve reflexos negativos no desempenho. Muniz et al. (2016) ao avaliarem os níveis de EM em dietas para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade obtiveram a relação mais adequada de EM: PB de 139,24 kcal, que se aproxima da utilizada neste estudo para dieta CP.

A redução do teor de proteína na dieta pode ser uma alternativa favorável no sentido de diminuir perdas de nitrogênio para o meio ambiente, que reduziria a poluição ambiental e os custos das rações. Corroborando esse fato, Holanda et al. (2009) verificaram que a inclusão de até 8% de FP em dietas com requerimentos adequados em proteína bruta e aminoácidos não influencia o ganho em peso de frangos de corte na fase total de 1 a 42 dias de idade. Da mesma forma, Mahmood et al. (2017) observaram que a inclusão de até 3% de farinha mista de abatedouro de aves, em dietas com nível de proteína reduzido, em até 5% em relação à dieta controle e suplementada com aminoácidos, não afeta o desempenho de frangos de corte até os 35 dias de idade.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre os níveis de inclusão de FP e as dietas estudadas para o peso vivo, rendimento de carcaça e cortes das aves aos 35 dias de idade (Tabela 5).

Tabela 5. Médias e desvios padrão do peso vivo (PV), rendimento de carcaça (RC), de peito (RP) e de coxa+sobrecoxa (RCSB) de codornas de corte recebendo duas dietas e níveis de FP aos 35 dias de idade.

	Dieta	Níveis de farinha de penas (%)			Média	CV	P valor		
		0	5	10			FP	Dieta	FP*dieta
PV (g)	CP	221,91±11,78	195,83±43,11	216,75±12,82	211,50				
	CN	222,33±7,52	211,33±8,49	207,33±12,22	213,66	3,64	0,055	0,099	0,427
	Média	222,12	203,58	212,04					
RC (%)	CP	77,06±3,79	77,65±1,39	75,44±5,00	76,72				
	CN	75,92±3,14	76,01±2,42	75,91±7,90	75,95	1,94	0,300	0,218	0,349
	Média	76,49	76,83	75,68					
RP (%)	CP	34,45±2,27	35,22±1,90	34,65±1,56	34,77				
	CN	35,18±1,20	35,45±2,48	35,00±1,18	35,21	2,76	0,477	0,284	0,867
	Média	34,81	35,34	34,82					
RCSB (%)	CP	24,27±0,88	24,33±0,86	24,23±1,33	24,28 ^b				
	CN	24,69±0,82	24,73±1,68	24,83±1,15	24,75 ^a	1,93	0,969	0,024	0,886
	Média	24,48	24,53	24,53					

CP: Controle Positivo; CN: Controle Negativo; FP: farinha de penas; CV: Coeficiente de variação (%). Médias com letras diferentes minúsculas na mesma coluna diferem pelo teste Tukey (P<0,05). Fonte: Autores

Não foram observados efeitos do peso vivo, rendimentos de carcaça, de peito e de coxa + sobrecoxa (P>0,05) das codornas à medida que houve inclusão de FP nas dietas. Este resultado corrobora com o observado por Santos et al. (2006) que avaliaram níveis crescentes de FP na dieta de codornas de corte e não detectaram efeito sobre o rendimento de carcaça, de peito e de coxa + sobrecoxa. Da mesma forma Eissler e Firman (1996) ao avaliarem diferentes níveis de inclusão de FP (0, 2, 4 e 6%) na dieta para perus não observaram efeito sobre as características de carcaça. De acordo com Holanda et al. (2009) apesar dos níveis de FP na dieta não influenciarem o rendimento de cortes nobres como o peito, pode ocorrer aumento de gordura abdominal em virtude do elevado teor de aminoácidos não essenciais que podem ser preferencialmente catabolizados e desaminados, pondo à disposição do organismo cadeias de esqueletos de carbono utilizadas para síntese de ácidos graxos.

Verificou-se efeito (P<0,05) para rendimento de coxa + sobrecoxa em relação às dietas ofertadas, em que a dieta CN apresentou melhor resultado. Semelhante resultado foi observado por Moran Jr et al. (1992) no qual verificaram que houve aumento do rendimento de coxa de frangos de corte aos 42 dias alimentados com dietas reduzidas em 3% de proteína. No entanto, Oliveira et al. (2010) observaram ausência de efeito do rendimento de coxa e sobrecoxa de frangos de corte abatidos aos 42 dias alimentados com dietas reduzidas em 4% de proteína bruta.

Esses resultados podem ser justificados em decorrência da metabolização dos aminoácidos, pois, de acordo com Noblet, Henry e Dubois (1987) e Roth et al. (1999) níveis reduzidos de proteína e, ou aminoácidos nas dietas, têm sido associadas com a redução de perdas energéticas. Com isso, a redução de 8% de proteína e aminoácido da dieta CN pode ter contribuído para menor desaminação e incremento calórico das aves. Além disso, segundo esses autores, dietas com redução de aminoácidos podem proporcionar melhoria no aproveitamento da energia para deposição de tecidos. Assim, Abbasi et al. (2014) afirmam que é possível reduzir o nível de PB na dieta em até 10% após o período inicial, sem qualquer impacto prejudicial no desempenho e rendimento de peito e sobrecoxa em frangos de corte.

4. Considerações Finais

A FP pode ser utilizada em até 5% nas dietas com requerimentos adequados em proteína bruta e aminoácidos (dieta controle), seguindo as exigências para codornas de corte, sem ocasionar danos ao desempenho e ao rendimento de carcaça e cortes, sendo uma boa estratégia pela possibilidade de substituição do farelo de soja, com redução dos custos com alimentação. A redução de 8% de proteína bruta e aminoácidos, em relação à dieta controle, não é uma boa estratégia para melhorar o desempenho das codornas. São necessários mais estudos para avaliar diferentes níveis de redução de proteína e aminoácidos das dietas de forma a não comprometer o desempenho das aves. Da mesma forma, são necessários avaliar a qualidade das FP a serem utilizadas e diferentes níveis de inclusão das mesmas nas dietas de codornas de corte.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

Referências

Abbasi, M. A., Mahdavi, A. H., Samie, A. H., & Jahanian, R. (2014). Effects of different levels of dietary crude protein and threonine on performance, humoral immune responses and intestinal morphology of broiler chicks. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 16(1), 35-44. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-635X2014000100005>.

Aletor, V. A., Hamid, I. I., Niess, E., & Pfeffer, E. (2000). Low-protein amino acid-supplemented diets in broiler chickens: effects on performance, carcass characteristics, whole-body composition and efficiencies of nutrient utilisation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80(5), 547-554. Doi: [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0010\(200004\)80:5<547::aid-jsfa531>3.0.co;2-c](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(200004)80:5<547::aid-jsfa531>3.0.co;2-c).

Atencio, A., Albino, L. F. T., Rostagno, H. S., & Vieites, F. M. (2004). Exigências de metionina+cistina para frangos de corte machos em diferentes fases de criação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33(5), 1152-1166. Doi: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982004000500007>.

Beski, S. S., Swick, R. A., & Iji, P. A. (2015). Specialized protein products in broiler chicken nutrition: A review. *Animal Nutrition*, 1(2), 47-53. Doi: <https://doi:10.1016/j.aninu.2015.05.005>.

Carvalho, C. M., Fernandes, E. A., Carvalho, A. P., Caires, R. M., & Fagundes, N. S. (2012). Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. *RPCV*, 111, 69-73.

Costa, F., Silva, J. H. V., Goulart, C. C., Nogueira, E. T., & Sá, L. M. (2014). Exigência de aminoácidos para aves. *Sakamoura NK, Silva JHV, Costa FGP, Fernandes JBK, Hauschild L. Nutrição de não ruminantes. Jaboticabal: Funep-Unesp*, 240-261.

Santos, A. L. S., Gomes, A. V. C., Pessoa, M. F., Mostafá, S., & Curvello, F. A. (2006). Níveis de inclusão de farinha de penas na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de codornas para corte. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 28(1), 27-30. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v28i1.661>.

da Silva Scapim, M. R., Loures, E. G., Rostagno, H., Cecon, P. R., & Scapim, C. R. (2003). Avaliação nutricional da farinha de penas e de sangue para frangos de corte submetida a diferentes tratamentos térmicos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 25(1), 91-98. Doi: <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v25i1.2104>.

Eissler, C. R., & Firman, J. D. (1996). Effects of feather meal on the performance of turkeys. *Journal of Applied Poultry Research*, 5(3), 246-253. Doi: <https://doi.org/10.1093/japr/5.3.246>.

Eyng, C., Nunes, R. V., Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Nunes, C. G. V., & Pozza, P. C. (2012). Composição química e aminoacídica e coeficientes de digestibilidade verdadeira dos aminoácidos de farinhas de penas e sangue determinados em galos cecectomizados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(1), 80-85. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100012>.

Ghahri, H., Gaykani, R., & Toloie, T. (2010). Effect of dietary crude protein level on performance and lysine requirements of male broiler chickens. *African Journal of Agricultural Research*, 5(11), 1228-1234.

Holanda, M. A. C., Ludke, M. D. C. M. M., Ludke, J. V., Holanda, M. C. R., Rabello, C. B. V., Dutra Júnior, W. M., ... & Costa, A. A. G. (2009). Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo dietas com farinha de penas hidrolisada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10(3).

Khosravinia, H., Azarfar, A., & Sokhtehzary, A. (2015). Effects of substituting fish meal with poultry by-product meal in broiler diets on blood urea and uric acid concentrations and nitrogen content of litter. *Journal of Applied Animal Research*, 43(2), 191-195. Doi: <https://doi.org/10.1080/09712119.2014.963085>.

Mahmood, T., Mirza, M. A., Nawaz, H., Shahid, M., Athar, M., & Hussain, M. (2017). Effect of supplementing exogenous protease in low protein poultry by-product meal based diets on growth performance and nutrient digestibility in broilers. *Animal Feed Science and Technology*, 228, 23-31. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.01.012>.

Moran Jr, E. T., Bushong, R. D., & Bilgili, S. F. (1992). Reducing dietary crude protein for broilers while satisfying amino acid requirements by least-cost formulation: live performance, litter composition, and yield of fast-food carcass cuts at six weeks. *Poultry Science*, 71(10), 1687-1694. Doi: <https://doi.org/10.3382/ps.0711687>.

Muniz, J. C. L., Barreto, S. L. D. T., Mencialha, R., Viana, G. D. S., Reis, R. D. S., Ribeiro, C. L. N., ... & Albino, L. F. T. (2016). Níveis de energia metabolizável para codornas de corte de 15 a 35 dias de idade. *Ciência Rural*, 46(10), 1852-1857. Doi: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141666>.

Noblet, J., Henry, Y., & Dubois, S. (1987). Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *Journal of Animal Science*, 65(3), 717-726. Doi: <https://doi:10.2527/jas1987.653717x>.

Noy, Y., & Sklan, D. (2002). Nutrient use in chicks during the first week posthatch. *Poultry Science*, 81(3), 391-399. Doi: <https://doi:10.1093/ps/81.3.391>.

Oliveira Neto, A. R. D., & Oliveira, W. P. D. (2009). Aminoácidos para frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(SPE), 205-208. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001300021>.

Oliveira, W. P. D., Oliveira, R. F. M. D., Donzele, J. L., Albino, L. F. T., Martins, M. D. S., & Maia, A. P. D. A. (2010). Redução do nível de proteína bruta em rações para frangos de corte em ambiente de termoneutralidade. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982011000800015>.

Pavan, A. C., Móri, C., Garcia, E. A., Scherer, M. R., & Pizzolante, C. C. (2005). Níveis de proteína bruta e de aminoácidos sulfurados totais sobre o desempenho, a qualidade dos ovos e a excreção de nitrogênio de poedeiras de ovos marrons. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34(2), 568-574. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982005000200026>.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1.

Rodrigues, K. F., Rodrigues, P. B., Bressan, M. C., Nagata, A. K., Silva, J. H. V. D., & Silva, E. L. D. (2008). Qualidade da carne de peito de frangos de corte recebendo rações com

diferentes relações lisina digestível: proteína bruta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37(6), 1023-1028. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000600011>.

Rostagno, H. S., Albino, L. F. T., Donzele, J. L., Gomes, P. C., Oliveira, R. D., Lopes, D. C., & Barreto, S. D. T. (2011). Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos. (3st ed.), Viçosa, MG: UFV. 252 p.

Roth, F. X., Gotterbarm, G. G., Windisch, W., & Kirchgessner, M. (1999). Influence of dietary level of dispensable amino acids on nitrogen balance and whole-body protein turnover in growing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition (Germany)*.

SAS Institute Incorporation. (2002) Statistical Analysis System: user guide [CD-ROM]. Version 6. Cary (NC): SAS Insitute Inc.

Silva, J. H. V. D., Albino, L. F. T., & Nascimento, A. H. D. (2001). Níveis de energia e relações energia: proteína para frangos de corte de 22 a 42 dias de idade. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700017>.

Silva, J. H. V., & Costa, F. G. P. (2009). Tabela para codornas japonesas e européias. 2.ed. Jaboticabal, SP: FUNEP. 110p.

Sklan, D. (2001). Development of the digestive tract of poultry. *World's Poultry Science Journal*, 57(4), 415-428. Doi: <http://doi:10.1079/wps20010030>.

Wu, G. (2014). Dietary requirements of synthesizable amino acids by animals: a paradigm shift in protein nutrition. *Journal of animal science and biotechnology*, 5(1), 34. Doi: <https://doi.org/10.1186/2049-1891-5-34>.

Xavier, S. A. G., Stringhini, J. H., Brito, A. B. D., Café, M. B., Leandro, N. S. M., Andrade, M. A., & Laboissière, M. (2012). Poultry viscera and bone meal in broiler pre-starter and starter diets. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(4), 934-940. Doi: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000400015>.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Thiago Ferreira Diana – 30%

Sandra Regina Freitas Pinheiro – 25%

Karla Magalhães Ramos – 15%

Andressa Silva Santos – 05%

Rafaela Cristina Rodrigues – 05%

Leilane Rocha Barros Dourado – 10%

Cristina Moreira Bonafé – 05%

Elizzandra Marta Martins Gandini – 05%