



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

AMANDA POLTRONIÉRI MOREIRA RESENDE DA SILVA

**DIGESTIBILIDADE DE FONTES PROTEICAS PARA FRANGOS DE
CORTE NA FASE INICIAL UTILIZANDO ENZIMA PROTEASE**

ILHA SOLTEIRA- SP
2021

AMANDA POLTRONIÉRI MOREIRA RESENDE DA SILVA

**DIGESTIBILIDADE DE FONTES PROTEICAS PARA FRANGOS DE
CORTE NA FASE INICIAL UTILIZANDO ENZIMA PROTEASE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

S586d Silva, Amanda Poltroniéri Moreira Resende da.
Digestibilidade de fontes proteicas para frangos de corte na fase inicial utilizando enzima protease / Amanda Poltroniéri Moreira Resende da Silva. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2021
29 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2021

Orientador: Antonio Carlos de Laurentiz
Inclui bibliografia

1. Farinha de carne e ossos. 2. Farelo de soja. 3. Nutrientes.


Raiane da Silva Santos

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ZOOTECNIA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: "DIGESTIBILIDADE DE FONTES PROTEICAS PARA FRANGOS DE CORTE NA FASE INICIAL UTILIZANDO ENZIMA PROTEASE"

ALUNO(A): AMANDA POLTRONIÉRI MOREIRA RESENDE DA SILVA
– RA 171050207

ORIENTADOR(A): Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
- Aprovado (X) - Reprovado () pela Comissão Examinadora

Comissão Examinadora:



Prof. Dr. Antonio Carlos de Laurentiz
Presidente (Orientador)



Mestranda Francielly Oliveira Santos



Mestranda Verônica Letícia da Silva



Aluno(a): Amanda Poltroniéri Moreira Resende da Silva

Ilha Solteira(SP), 13 de agosto de 2021.

DEDICATÓRIA

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus por sempre ter me dado força para construir o caminho que sempre sonhei para mim e determinação por ter conseguido encarar essa longa estrada de cabeça erguida e sem desistir desse trajeto. “Aquele que duplica as suas forças, multiplica suas chances”. Rosalino X. de Souza

Aos meus pais Selma e José Francisco, por sempre terem me motivado e apoiado, me fazendo não duvidar do meu potencial e da energia que existe em mim, e por sempre terem investido em minha educação, para ter me tornado quem sou hoje.

Ao meu irmão Erick, pelo amor, carinho, apoio, conselhos e incentivo.

Aos meus avós Miriam, Francisco, Doraci e José Jerônimo, por sempre terem acreditado em mim, me incentivado, apoiado e torcerem por mim, pelas orações, principalmente quando estava prestes a ter provas e apresentações.

A todos os meus familiares por sempre terem torcido por mim, pelo amor, carinho e momentos de alegria compartilhados.

Ao meu orientador Prof^o. Dr^o Antonio Carlos de Laurentiz, pela confiança na realização deste trabalho, por todo o tempo dedicado, pela orientação nesse trabalho e por todos os ensinamentos que contribuíram para a minha vida e formação.

As minhas amigas de faculdade, Carla Mariana, Denise Soares, Michelle Borges e ao meu amigo Muriel Queiroz por todos os momentos compartilhados, incluindo os de alegria e tensão, e por sempre estarem comigo. E a minha amiga Aline Santos, uma das primeiras pessoas que conheci assim que entrei na faculdade, minha eterna gratidão por nossa amizade, que apesar da distância se fortalece a cada dia que se passa.

Aos meus amigos de intercâmbio e a minha segunda família Josephina Riselli e Angelo Riselli, por terem participado dessa experiência incrível e pela frase que me disseram que sempre vou lembrar “Sem esforço dificilmente alcançaremos as vitórias, basta acreditar em si” que contribuiu para que eu continuasse fazendo planos.

Ao veterinário Paulo Rogério Dobre por ter me proporcionado uma experiência única como aprendiz de suas habilidades, me proporcionando abrir novos horizontes para a minha nova profissão.

A todos os professores que tive ao longo da vida, que contribuíram para onde cheguei hoje.

Aos funcionários da UNESP que direta ou indiretamente ajudaram a concretizar a minha formação.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais **Selma Cristina** e **José Francisco**, por estarem comigo em todos os momentos, pelo amor, carinho, apoio e por sempre confiarem em mim e possibilitarem mais essa conquista. Aos meus avós **Miriam Resende** e **Francisco Henrique, Doraci Poltronieri** e **Jerônimo Moreira**, por serem a maior referência da minha vida e por me mostrarem o verdadeiro significado de amar e lutar. Ao meu irmão **Erick Poltroniéri** pelo companheirismo e pelos conselhos. E ao meu orientador **Prof. Dr.º. Antonio Carlos de Laurentiz** por confiar em mim e pela oportunidade de realização deste trabalho.

*“Quem no entusiasmo e na força da energia positiva
descobre a chave para o sucesso, certamente, mesmo
antes de começar a batalha, já se sente vencedor”.*

Rosalino X. de Souza

RESUMO

Foi realizado um estudo para avaliação da digestibilidade de fontes proteicas para frangos de corte na fase inicial de 14 a 21 dias utilizando a enzima protease. O experimento de digestibilidade, foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial (3x2) +1, sendo três fontes de alimentos proteicos, denominados de alimentos testes – farinha de carne e ossos de dois fornecedores e farelo de soja x dois níveis de inclusão de enzima protease – com e sem inclusão e a ração referência para determinar a digestibilidade da ração padrão, totalizando sete tratamentos e quatro repetições de 5 aves cada, totalizando 140 aves. Os tratamentos utilizados para o ensaio de digestibilidade foram: T1 – Ração Referência 100%; T2 – 60% Ração referência + 40% Alimento Teste Farelo de soja; T3 – 60% R. referência + 40% Al. Teste Farelo de soja + enzima; T4 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 1 (FCOB1); T5 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 1 (FCOB1) + enzima; T6 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 2 (FCOB2); T7 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 2 (FCOB2) + enzima. As aves foram alojadas em baterias adaptadas para o ensaio de metabolismo, onde o fornecimento de água e ração foi à vontade, a ração foi fornecida três vezes ao dia para evitar perdas e possível contaminação das excretas nas bandejas. A ração referência teve sua formulação a base de milho e farelo de soja, sem inclusão de óleo, a fim de atender as exigências nutricionais para a fase de criação e a composição dos ingredientes foi determinada no laboratório de bromatologia da unidade. Para determinar o coeficiente de digestibilidade e estimar as equações para assim estimar a energia metabolizável foi utilizada a metodologia de coleta total de excretas, após a determinação dos valores de Weende da ração referência, alimentos testes e das excretas, foram calculados os coeficientes de digestibilidades de proteína bruta, extrato etéreo e matéria seca utilizando a fórmula descrita na literatura e os dados foram submetidos à análise de variância e quando se obteve um efeito significativo dos fatores, as médias foram comparadas pelo teste de SNK a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR.

Palavras-chave: Farinha de carne e ossos, Farelo de soja, Nutrientes.

ABSTRACT

A study was carried out to evaluate the digestibility of protein sources for poultries in the initial phase from 14 to 21 days, using the protease enzyme. The digestibility experiment was carried out in a completely randomized design, in a factorial scheme (3x2) +1, with three sources of protein foods, called test foods - meat and bone meal from two suppliers and soybean meal x two levels of inclusion of protease enzyme - with and without inclusion and the reference diet to determine the digestibility of the standard diet, totaling seven treatments and four repetitions of 5 poultries each, totaling 140 poultries. The treatments used for the digestibility test were: T1 - Reference Ration 100%; T2 - 60% Reference ration + 40% Test Food Soybean meal; T3 - 60% R. reference + 40% Al. Test Soybean meal + enzyme; T4 - 60% R. reference + 40% Al. Test + meat meal 1 (FCOB1); T5 - 60% R. reference + 40% Al. Test + meat meal 1 (FCOB1) + enzyme; T6 - 60% R. reference + 40% Al. Test + meat meal 2 (FCOB2); T7 - 60% R. reference + 40% Al. Test + meat meal 2 (FCOB2) + enzyme. The poultries were housed in batteries adapted for the metabolism test, where the supply of water and feed was free, the feed was provided three times a day to avoid losses and possible contamination of the excrete in the trays. The reference ration had its formulation based on corn and soybean meal, without the inclusion of oil, in order to meet the nutritional requirements for the breeding phase and the composition of the ingredients was determined in the unit's bromatology laboratory. To determine the digestibility coefficient and estimate the equations to estimate the metabolizable energy, the methodology of total excrete collection was used, after determining the Weende values of the reference ration, test foods and excrete, the digestibility coefficients of crude protein, ether extract and dry matter using the formula described in the literature and the data were subjected to analysis of variance and when a significant effect of the factors was obtained, the means were compared by the SNK test at 5% probability, using the statistician program SISVAR.

Keywords: Meat and bone meal, Soybean meal, Nutrients.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Formulação da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade.....	21
Tabela 2	- Valores de composição química (%) e energia bruta (kcal/kg) das diferentes fontes proteicas (na matéria natural).....	23
Tabela 3	- Média e resumo da análise de variância dos dados de coeficientes de digestibilidade na fase de 18 a 21 dias de idade.....	25

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 <i>Uso de enzimas exógenas</i>	13
2.2 <i>Enzima Protease</i>	14
2.3 <i>Fatores que afetam o uso da enzima protease na avicultura</i>	15
3. Alimentos alternativos e subprodutos da indústria	16
3.1 <i>Farinha de origem animal (FOA)</i>	17
3.2 <i>Vantagens e desvantagens no uso de farinhas de origem animal</i>	17
3.3 <i>Farinha de carne e ossos bovina (FCOB)</i>	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
6. CONCLUSÃO	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a cadeia produtiva de frangos de corte cresceu muito nos últimos anos, por apresentar vantagens competitivas pelo seu rápido ciclo produtivo e por ser uma proteína de baixo custo, que atrai consumidores de diferentes classes sociais (RECK e SCHULTZ, 2016). Neste cenário, na medida em que os custos de produção aumentam, os nutricionistas têm a necessidade de buscar novas alternativas que atendam às exigências dos animais nas suas diferentes fases de produção, e a utilização de alimentos alternativos e subprodutos da indústria são interessantes sob o ponto de vista econômico na produção animal, porém, para a formulação de rações nutricionalmente viáveis é de fundamental importância conhecer o valor nutritivo dos alimentos. Para isto deve-se determinar a composição química e a disponibilidade dos nutrientes.

Visando a redução de custo de produção das rações, o uso de subprodutos de abatedouros foi uma alternativa encontrada pelas indústrias de alimentação animal. Dentre estes subprodutos estão as farinhas de origem animal (FOA), importantes fontes de cálcio, fósforo, aminoácidos e energia.

O aproveitamento de subprodutos de origem animal na dieta de monogástricos visa não somente reduzir os custos da ração, como também ser uma fonte alternativa de proteína (CARVALHO et al., 2012). As FOAs são alternativas frequentemente usadas pois asseguram vantagens nutricionais e econômicas na formulação, com tanto que se tenha assegurada a qualidade destas (BELLAYER, 2002), porém, apresenta algumas desvantagens como as variações que ocorrem, que acabam por dificultar o seu uso, devido à falta de padronização dos equipamentos e das matérias primas. Segundo Campestrini (2005), devido ao número significativo de produtores independentes de farinhas de origem animal, muitas vezes por desconhecimento não seguem as normas de fabricação desses subprodutos, gerando farinhas com qualidade inferior e com altas taxas de contaminação, colocando em risco assim, a produção animal.

As FOAs merecem avaliação detalhada de sua composição química e microbiológica para que sejam utilizadas com sucesso. Durante o processamento características nutricionais das FOAs também são alteradas, alterando assim a digestibilidade dos nutrientes, com melhora ou não da digestibilidade, dependendo do processamento utilizado.

A composição dos resíduos do abate de animais tem efeito significativo na qualidade do produto final, e um dos grandes problemas relacionados a produtos de origem animal é a variação na composição bromatológica. Esta possível variação requer que os nutricionistas não

as incluíam as FOAs nas formulações das dietas sem uma prévia análise dos seus valores nutricionais (SARTORELLI, 1998).

As variações na composição das FOAs podem ser decorrentes de vários aspectos, dentre eles a proporção de ossos e de tecidos utilizados nas graxarias e o tempo de cozimento do subproduto, o que influenciam nos conteúdos de cinzas (cálcio e fósforo) e proteína, e consequentemente, de aminoácidos, além de afetar a digestibilidade dos nutrientes e a energia metabolizável, comprometendo o desempenho dos animais.

Dentre as tecnologias desenvolvidas para garantir a eficiência de dietas contendo FOAs, com melhoria no aproveitamento dos nutrientes, temos a adição de enzimas exógenas às dietas (TAVERNARI et al., 2014).

A utilização de enzimas exógenas na alimentação dos frangos pode resultar em maior aproveitamento dos ingredientes usados na dieta, isso por potencializar a ação enzimática das enzimas endógenas e por melhorar a digestibilidade e disponibilidade de nutrientes para as aves, resultando em melhor desempenho (RAMOS et al., 2007).

A partir das variações na composição e digestibilidade das farinhas de origem animal decorrentes do processamento, o presente trabalho visou avaliar a composição bromatológica e os valores energéticos de duas amostras de farinha de carne e ossos de bovinos de diferentes fornecedores associando a enzima protease nas dietas para observar a interferência sobre as características de desempenho e de digestibilidade para frangos de corte na fase inicial.

Tendo em vista a crescente busca de alternativas que atendam às exigências dos animais e diminuam o custo de produção, o **objetivo** do presente trabalho foi avaliar o efeito da utilização da farinha de carne e ossos de bovino (FCOB) associada à enzima protease na alimentação de aves de corte na fase inicial sobre a metabolizabilidade de nutrientes e desempenho zootécnico.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Uso de enzimas exógenas*

Ao longo da história do Brasil, a avicultura era uma atividade realizada apenas para subsistência, com o passar dos anos devido aos avanços tecnológicos, o mesmo vem trazendo inúmeros benefícios para o desenvolvimento do setor avícola, juntamente ao aperfeiçoamento de técnicas de manejo, sanidade, melhoramento genético e nutrição.

A alimentação das aves representa cerca de 60% do custo de produção, assim, melhorias na eficiência de utilização dos nutrientes das rações podem resultar em grandes economias, então, dessa forma, a busca de alimentos alternativos e subprodutos da indústria se tornam interessantes do ponto de vista econômico na produção animal (MELLO, 2017).

O milho e o farelo de soja constituem basicamente toda a formulação de ração, sendo as principais fontes energéticas e proteicas. Entretanto, além do milho e farelo de soja, alguns alimentos que são utilizados nas dietas para frangos de corte possuem alguns fatores antinutricionais que reduzem o valor nutritivo, interferem na digestibilidade, absorção, influenciando na eficiência dos processos biológicos do organismo (BENEVIDES, 2011).

E a partir dessa evolução na cadeia produtiva da avicultura, a suplementação com enzimas exógenas se torna interessante quando visa aumentar o desempenho desses animais em questão, visto que, os frangos de corte estão muito susceptíveis a problemas metabólicos, precisando levar em consideração durante a elaboração de uma dieta, uma alta eficiência alimentar. Assim o uso dessas enzimas como a protease, segundo Fortes (2014), se destaca por atuar proporcionando uma maior digestibilidade da proteína dos ingredientes utilizados nas rações para frangos de corte, resultando a redução do custo de produção, além de ter uma importante função no desenvolvimento animal. A utilização de proteases nas rações avícolas é capaz de aperfeiçoar o aproveitamento dos nutrientes presentes nos alimentos.

Assim, com a ajuda da tecnologia, as enzimas exógenas são produzidas como fontes alternativas para a alimentação animal, tendo como benefícios a manutenção da qualidade dos alimentos, melhora o aproveitamento dos nutrientes, redução da umidade das excretas e eliminação em parte ou total dos fatores antinutricionais dos alimentos utilizados na alimentação de frangos (LIMA *et. al.*, 2007).

Existem quatro principais razões para utilização de enzimas na nutrição animal segundo Sheppy (2001), como a redução de fatores antinutricionais, aumento da disponibilidade de

nutrientes, aumento na digestibilidade de polissacarídeos não amiláceos e a suplementação na produção de enzimas endógenas.

Uma vez que as aves excretam mais da metade do fósforo e nitrogênio que consomem, um ponto a ser considerado em relação ao uso das enzimas é o seu grande potencial de redução do poder poluente dos alimentos, pois aumenta o aproveitamento dos nutrientes pelos animais, diminuindo assim, a excreção de nutrientes no ambiente. O uso de enzimas na ração das aves, melhora a digestibilidade e disponibilidade de certos nutrientes para os animais, principalmente o fósforo, nitrogênio, cálcio, cobre e zinco, diminuindo a sua presença nas fezes e urina, e consequentemente, a sua deposição no meio ambiente (CAMPESTRINI, E., 2005).

2.2 Enzima Protease

As proteases são hidrolases produzidas por plantas ou microorganismos, e degradam proteínas. Além disso, o seu uso na alimentação de frangos de corte atua promovendo uma maior digestibilidade da proteína e, como os ingredientes proteicos nas dietas de frangos têm o maior valor de custo de produção, o seu melhor aproveitamento resulta em uma redução direta no custo de produção (ALVES-CAMPOS *et al.*, 2017) e podem degradar as proteínas liberando aminoácidos, peptídeos e nutrientes para o animal.

As enzimas proteases atuam degradando proteínas complexas e reduzindo os efeitos dos fatores antinutricionais dos alimentos, fazendo com que os nutrientes se tornem mais disponíveis para o animal, além de também reduzirem a viscosidade intestinal, essas enzimas permitem um melhor aproveitamento de alguns tipos de proteínas, melhorando a absorção dos aminoácidos e aumentando a digestibilidade geral do alimento (SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. 2016).

Dessa forma, uso de proteases exógenas possui uma importante finalidade que é a de suplementar as enzimas endógenas. As proteínas consideradas pouco digestíveis podem ter seu uso potencializado pela utilização de proteases, melhorando a sua digestibilidade, e além disso a protease exógena pode melhorar o valor nutricional através da hidrólise de certos tipos de proteínas que resistem ao processo digestivo através da complementação das enzimas digestivas das próprias aves (AVILA *et al.*, 2017).

Apesar das dietas à base de milho e de farelo de soja serem consideradas de alta digestibilidade, possuem uma série de complexos proteicos que podem não ser facilmente digeríveis por aves jovens, assim, a adição de proteases pode ser capaz de suplementar a

atividade proteolítica de animais jovens, que possuem uma baixa produção de enzimas nessa fase.

O farelo de soja é considerado o principal ingrediente proteico nas rações para aves, apresentando um bom valor nutricional e valores de aminoácidos essenciais favoráveis à alimentação de frangos (ROSTAGNO et al., 2005), porém, apresenta fatores antinutricionais que ocasionam redução na digestibilidade da proteína e da gordura, além disso, diminuem a absorção de nutrientes. Assim, enzimas com atividades de proteases são muito utilizadas como uma alternativa viável para melhorar a qualidade do farelo de soja e de outros ingredientes proteicos, como as farinhas de origem animal.

Segundo Cancelli (2017), o uso da protease em dietas de aves tem se mostrado eficiente tanto em termos técnicos, quanto econômicos, principalmente na última década, em decorrência dos altos custos dos ingredientes, assim como variabilidade na composição, qualidade e preços das farinhas de origem animal, desta forma as principais enzimas voltadas para este contexto ganharam força sendo amplamente utilizadas e pesquisadas. Além disso, também são recomendadas para adicionar na formulação das dietas das aves de corte a fim de melhorar o desempenho e rendimento da carcaça.

2.3 Fatores que afetam o uso da enzima protease na avicultura

Segundo Meneghetti (2013), quando a enzima protease encontra-se associada a um outro grupo de enzimas, é necessário considerar a resistência à atividade proteolítica, pelo fato de se verificar a inespecificidade quanto à hidrólise de ligações peptídicas, apresentando potencial de ação sobre todas as proteínas, incluindo as enzimas exógenas. Um dos principais objetivos da adição das proteases nas rações avícolas é promover a redução de proteína bruta da dieta sem alterar o desempenho zootécnico das aves em questão (YU, B.; CHUNG, T. K., 2004), porém, esse efeito positivo é considerado limitado quando adicionadas acima das exigências de aminoácidos das aves.

Existem alguns fatores influenciadores no uso de enzimas nas dietas, como: concentrações do substrato e da enzima, temperatura, variações do pH, umidade, tipo de ingrediente (válido para alimentos que possuem fatores antinutricionais), presença de coenzimas (DOBRE, P, R., 2019). A idade também se mostra como um fator que afeta a disponibilidade dos nutrientes pela ação da protease, tendo em vista que, quando se diz a respeito de animais jovens, a adição da enzima é capaz promover um melhor aproveitamento

dos nutrientes, uma vez que o trato digestório ainda é imaturo e mostra produção de enzimas endógenas insuficientes (CANCELLI, 2017).

Segundo estudos de Dourado L. R. B., et al, tem-se ainda os fatores secundários que são capazes de afetar o consumo de ração e a quantidade de nutrientes ingeridos, os quais podem favorecer ou não a ação da enzima, sendo eles em questão: estado sanitário das aves, balanço eletrolítico, manejo, temperatura ambiental, forma física e processamento térmico das rações.

3. Alimentos alternativos e subprodutos da indústria

O uso de alimentos alternativos e subprodutos da indústria, se tornam viáveis quando se pensa em uma redução dos custos de produção, dessa forma, visando a diminuição desses custos, o uso de subprodutos de abatedouros, que dentre esses subprodutos se encontram as farinhas de origem animal.

Os ingredientes de origem animal que são frequentemente utilizados em dietas de frangos de corte, são as farinhas de carne e ossos, farinha de sangue, farinha de penas e farinha de vísceras. Ingredientes que apresentam uma boa fonte de proteína podendo substituir parcialmente o bagaço de soja (CARVALHO, 2012). Existe uma grande diversidade de subprodutos de origem animal e do seu potencial para a alimentação animal, porém há alguns fatores antinutricionais presentes nesses subprodutos que são capazes de diminuir a digestibilidade dos nutrientes, que acaba afetando o desempenho do animal.

O processo realizado para a produção das farinhas de origem animal, consiste na colheita dos resíduos não comestíveis do abate animal, que não pode conter materiais estranhos em sua composição e microrganismos patogênicos. Os materiais coletados que possuem mais do que 5 cm precisam ser triturados e depois processados em digestores para cocção com pressão. A gordura será drenada, prensada ou centrifugada e o resíduo sólido moído na forma de farinha com especificações de granulometria variáveis (Bellaver, 2002).

O desempenho de frangos de corte alimentados com ingredientes de origem animal pode sofrer algumas alterações, devido à vários fatores como o tipo e qualidade do material que foi processado, processamento (temperatura, pressão e tempo de retenção), uso de antioxidantes visando manter a qualidade, contaminação por microrganismos patógenos, desequilíbrio de aminoácidos, porcentagem de nutrientes e digestibilidade dos mesmos e armazenamento (Bellaver, 2010).

3.1 Farinha de origem animal (FOA)

Farinhas de origem animal (FOA) são subprodutos gerados a partir do abate de aves, bovinos ou suínos, realizados em frigoríficos, e que não são destinados ao consumo humano. E dentre esses diversos subprodutos gerados, têm-se os subprodutos proteicos como as farinhas de carne e ossos, sangue, vísceras, penas e de peixe.

A utilização de farinhas de origem animal (FOA) nas rações animais desempenha um papel importante na reciclagem de nutrientes e principalmente na preservação do meio ambiente, uma vez que os resíduos por serem poluentes contribuem para problemas ambientais, portanto é de suma importância sua utilização visando os aspectos econômicos e ambientais (NUNES *et al.*, 2005). Entretanto, subprodutos de origem animal sempre requerem cuidados, pois esses apresentam uma dificuldade de padronização em função do processo produtivo e da origem dos resíduos que os compõem.

Com a evolução e o uso de novas tecnologias houve a necessidade de aumentar os níveis nutricionais das dietas na avicultura e onde antes se tinha uma baixa inclusão de farinhas hoje temos dietas avícolas que contêm em suas fórmulas até 8% de inclusão (ROSTAGNO *et al.*, 2011). Os subprodutos de origem animal são considerados uma importante alternativa segundo Bellaver (2002), como em empresas com sistema de integração vertical, pelo fato de as farinhas de origem animal serem mais disponíveis para essas empresas.

Devido às características nutricionais presentes nas farinhas de origem animal, são produtos que possuem vantagens na formulação de rações para aves de corte, possibilitando um melhor aproveitamento na relação custo/benefício. Existe ainda uma grande variedade de subprodutos originados da produção animal que pode ser fornecido na alimentação na forma de farinha (carne e ossos, vísceras, sangue, ossos, penas).

Sendo assim, existem inúmeras vantagens no uso de farinhas de origem animal, principalmente por estarem relacionadas aos nutrientes, minerais de alta disponibilidade, níveis proteicos, otimização de custos, além de proporcionar dietas com níveis nutricionais mais elevados.

3.2 Vantagens e desvantagens no uso de farinhas de origem animal

As farinhas de origem animal utilizadas na alimentação de animais monogástricos apresentam algumas limitações quanto ao seu uso, sendo necessário o conhecimento de qual farinha será utilizada e a sua origem, para que não afete o processamento da mesma.

Os principais problemas que podem ocorrer às FOA são, as variações na composição e no processamento do produto, sabendo-se que, essa variação busca ser menor em abatedouros de aves e suínos pelo fato de o fluxo de subprodutos destinado aos digestores ser quase constante, e a sua variação é elevada quando o processador coleta os subprodutos em açougues ou através de outros fornecedores o qual a composição da matéria prima não é tão constante. Levando em consideração também, de que quando se tem um produto de má qualidade, resulta em um produto também de má qualidade (BELLAVÉR, 2005).

Os principais riscos recorrentes e que merecem uma atenção redobrada, são as contaminações microbiológicas, por bactérias como Salmonelas e Coli, e tem-se também a preocupação em relação à Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB), que segundo a fonte Brasil (2008), corresponde à uma enfermidade, conhecida como doença da vaca louca, degenerativa fatal e é transmissível do sistema nervoso central de bovinos, ocasionando reação exagerada a estímulos externos e dificuldades para locomoção. No campo fala-se muito também da contaminação por *Clostridium perfringens*, bactéria causadora de várias doenças, como por exemplo a enterite necrótica em aves (NILLO, 1980) resultando em perdas econômicas na avicultura.

Dessa forma para amenizar os riscos de ocorrência de algum desses fatores é importante que o processamento dos produtos seja operado sob o padrão de qualidade como por exemplo análise de riscos e controles de ponto crítico. Tendo também presente o programa de Segurança 5S, um plano estratégico criado pela junção de palavras japonesas que começam com S, dessa forma, tem-se: senso de utilização, senso de organização, senso de limpeza, senso de padronização e senso de disciplina.

Apesar dos riscos do uso das FOA, elas também possuem inúmeras vantagens, pois são capazes de fornecer aminoácidos e macrominerais, energia, e dentre outros. E propiciam uma redução do custo de produção, pois uma vez que é introduzida na dieta, ocorre uma substituição parcial ou total de ingredientes como o farelo de soja e fosfato bicálcico.

3.3 Farinha de carne e ossos bovina (FCOB)

A FCOB é o subproduto de abatedouros mais utilizado na nutrição animal, sendo uma importante fonte de cálcio, fósforo e proteína (VIEITES *et al.*, 1999), sendo também o ingrediente mais utilizado nas dietas para frangos de corte ou poedeiras comerciais, para redução dos custos nas formulações das dietas (FARIA *et al.*, 2002).

Produzida em graxarias por coleta de resíduos, ou em frigoríficos a partir de ossos e tecidos, sendo um produto triturado, constituído principalmente de ossos, aparas, cárneos e vísceras, rico em proteína, cálcio, gordura e fósforo. E a matéria-prima utilizada na produção da farinha de carne e ossos é coletada em frigoríficos, açougues e casas de carnes, estando rigorosamente dentro das normas do Ministério da Agricultura.

Não pode conter sangue, cascos, chifres, pêlos, conteúdo estomacal a não ser quando são obtidos involuntariamente dentro dos princípios de boas práticas específicas de fabricação. O sobreaquecimento influencia na palatabilidade e qualidade da FCO e cuidados especiais devem ser tomados para eliminar os microrganismos prevenindo a contaminação da FCO após o processamento.

Dessa forma, a principal finalidade de incluir a FCOB na formulação de rações é fornecer fósforo e reduzir a inclusão do fosfato bicálcico, considerado uma fonte de custo elevado (NUNES *et al.*, 2005). As farinhas de carne e ossos bovinas (FCOB) podem ser utilizadas em níveis nos quais seu teor em cálcio funcione como limitante, isto é, alcance o teor indicado na ração para a fase e espécie em questão (Matias *et al.*, 2015).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um experimento de digestibilidade utilizando 200 pintos de corte com um dia de idade, machos, da linhagem comercial Cobb®, vacinados contra doença de Marek no incubatório, o alojamento das aves se deu em gaiolas de arame galvanizado com divisões de 0,90 x 0,90 x 0,45m (comprimento x largura x altura), denominadas de baterias. As aves foram criadas antes do experimento de digestibilidade 1 a 14 dias de idade de acordo com as normas de manejo do manual da linhagem Cobb®, sendo o programa de luz contínuo e o fornecimento de água e ração *ad libitum* (à vontade), durante todo o período experimental. O aquecimento inicial foi realizado com o auxílio de lâmpadas incandescentes de 100 watts.

O ensaio de digestibilidade teve duração de oito dias, sendo quatro dias de adaptação e quatro dias de coleta, sendo essa realizada pelo método tradicional de coleta total das excretas. Para o ensaio de digestibilidade foram utilizados 140 frangos de corte (machos) da linhagem comercial Cobb®, na fase de 14 a 21 dias de idade, o período de coleta foi realizado na fase de 18 e 21 dias de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em um esquema fatorial (3x2) + 1, 3 fontes de proteicas e 2 níveis de inclusão de enzima (sem e com enzima protease) e mais um tratamento, a dieta referência, para determinar a digestibilidade dos

alimentos testes, portanto 7 tratamentos com 4 repetições de 5 aves cada, totalizando 28 parcelas.

Os tratamentos utilizados para o ensaio de digestibilidade foram:

T1 – Ração Referência 100%

T2 – 60% Ração referência + 40% Alimento Teste Farelo de soja

T3 – 60% R. referência + 40% Al. Teste Farelo de soja + enzima

T4 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 1 (FCOB1)

T5 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 1 (FCOB1) + enzima

T6 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 2 (FCOB2)

T7 – 60% R. referência + 40% Al. Teste + farinha de carne 2 (FCOB2) + enzima

Para determinar o início e o final da coleta, foi definido o horário de início e final de coleta no intervalo de 96 horas, com um intervalo de 12 horas entre cada coleta da excreta, que se baseia no fato de que parte das excretas que estavam no trato digestivo, no início, são compensadas pelas perdas no final da coleta (SAKOMURA; ROSTAGNO, 2016). O intervalo entre as coletas foi de 12 horas, sendo as excretas, após coletadas, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados por repetição e tratamento e congelados a -20°C. No final do período experimental foi determinado por repetição, a quantidade de ração consumida e a quantidade total de excretas produzidas.

A ração referência foi formulada a base de milho e farelo de soja, sem inclusão de óleo, conforme apresentado na Tabela 1, para atender as exigências nutricionais para a fase de criação e a composição dos ingredientes foi determinada no laboratório de bromatologia da UNESP-Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS).

Tabela 1 – Formulação da dieta referência utilizada no ensaio de digestibilidade

Ingrediente	Quantidade (%)
Milho	61,950
Farelo de soja	34,380
Fosfato bicálcico	1,648
Calcário calcítico	0,840
Sal comum	0,448
Suplemento mineral/vitamínico*	0,600
DL-Metionina – 98%	0,134
NUTRIENTES	
Cálcio (%)	0,860
Energ. Met. Aves (kcal/kg)	2,900
Fósforo Disponível (%)	0,420
Fósforo Total (%)	0,657
Lisina Total (%)	1,111
Metionina total (%)	0,462
Proteína bruta (%)	21,000

***Suplemento mineral e vitamínico, níveis de nutrientes por quilograma de ração:** Vit. A 10.020 UI, Vit.D₃ 2.010 UI, Vit. E 15 mg, Vit. K₃ 2,50 mg, Vit. B₁ 1,5 mg, Vit. B₂ 5,01 mg, B₆ 1,5 mg, Vit. B₁₂ 12 mcg, Ácido Fólico 0,6 mg, Biotina 0,05 mg, Niacina 35 mg, Pantotenato de Cálcio 11,22 mg, Cobre 6 mg, Cobalto 0,10 mg, Iodo 1,02 mg, Ferro 50 mg, Manganês 65 mg, Zinco 45 mg, Selênio 0,21 mg, Cloreto de Colina (50%) 700 mg, Coccidicida 80 mg, Melhorador de desempenho 80 mg, Antioxidante 12 mg e Veículo (52,8%).

Para determinação dos teores de matéria seca (%), proteína bruta (%), extrato etéreo (%) e cinzas (%) e EM (%) foi estimada pela equação de Rostagno et al. (2011), no final do período

de coleta as amostras foram homogeneizadas e coletadas amostras representativas por cada parcela, sendo estas enviadas ao Laboratório de Bromatologia da unidade.

Após a determinação dos valores de Weende da ração referência, alimentos testes e das excretas, foram calculados os coeficientes de digestibilidades de proteína bruta, extrato etéreo e matéria seca utilizando a fórmula descrita por Sakomura e Rostagno (2016), fórmula para proteína digestível aparente da ração referência e do alimento teste:

$$\text{PBD ração ref} = ((\text{PBing} - \text{PB excretada}) \times 100) / \text{MS ing}$$

$$\text{PBD alimento teste} = \text{PBD ração ref} + (\text{PBD teste} - \text{PBD ref}) / \text{g alimento} / \text{g ração}$$

Coeficiente de digestibilidade (%) foi calculado: $\text{CD} = (\text{PBD alimento} (\%) * 100) / \text{PB alimento} (\%)$

Os valores de energia bruta e energia metabolizável foram estimados pelas equações:

$$\text{Andriquetto et al. (1986) - EB} = \text{PB} * 5,65 + \text{EE} * 9,40 + \text{FB} * 4,15 + \text{ENN} * 4,15$$

Rostagno et al. (2011) - Equação para alimentos de origem animal

$$\text{EM aves} = 4,31 * \text{PBd} + 9,29 * \text{EEd}$$

Equação para alimentos de origem vegetal - $\text{EM aves} = \text{PBd} + \text{EEd} + \text{ENNd}$

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando houve efeito significativo dos fatores, as médias foram comparadas pelo teste de SNK a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SISVAR.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da composição química (%) e a energia bruta kcal/kg calculada para as fontes proteicas são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores de composição química (%) e energia bruta (kcal/kg) das diferentes fontes proteicas (na matéria natural).

Alimentos	Matéria seca (%)	Proteína bruta (%)	Extrato etéreo (%)	Cinzas (%)	Energia bruta kcal/kg
Farelo soja	91,17	46,17	0,65	6,41	3971
FCOB 1	87,66	43,17	10,67	30,09	3175*
FCOB 2	89,19	43,15	9,82	32,29	3094*
Rostagno	93,27	43,50	12,44	36,13	3490

*Equação Andriquetto *et al.* (1986)

As variações na composição química das Farinhas de carne e ossos bovina (FCOB) provavelmente aconteceram devido as diferenças nas proporções das partes descartadas introduzidas no processo e também pelas diferenças nos métodos de processamento utilizados nos abatedouros (BUTOLO, 2002).

Segundo Sartorelli (1998), a ocorrência nas variações na composição da FCOB provavelmente se deve pela falta de padronização dos equipamentos e matérias primas utilizadas.

Para a análise dos resultados do projeto desenvolvido, houve apenas uma variação no teor de EE entre as FCOB utilizadas, o que conseqüentemente contribuiu para um menor valor de EM da FCOB-2.

Os valores de MS que foram obtidos são inferiores aos de Rostagno *et al.*, 2017, provavelmente devido ao mau processamento ou desgaste de equipamentos (termômetros/manômetros), resultando em produtos com uma maior umidade.

Para a porcentagem de Proteína Bruta (PB), não houve uma variação considerável, e certamente se deve ao fato de a matéria prima ser de boa qualidade e não apresentar restos de diversos tipos de animais na sua composição.

Além disso, é de suma importância ter o conhecimento da concentração de Proteína Bruta (PB) em farinhas de carne e ossos, pois um dos principais motivos pelo qual são incluídos nas rações é devido ao seu conteúdo proteico (VIEITES, 1999).

O valor encontrado para o Extrato Etéreo (EE) foi inferior aos das tabelas comparadas, devido ao mau processamento, como a temperatura elevada por um tempo excessivo ou desgaste do equipamento.

As cinzas (MM) das amostras de FCOB-1 e FCOB-2 se diferem do valor de Rostagno *et al*, (2017). A quantidade de matéria mineral aumenta de acordo com a quantidade de ossos em sua fabricação, e a concentração de matéria mineral é considerada inversamente proporcional a quantidade de proteína das farinhas de carne e ossos (DALE, 1998)

Os valores de Energia Bruta (EB) obtidos para as farinhas avaliadas (FCOB-1 e FCOB-2), também se apresentam inferiores aos valores de tabelas, isso em razão das diferenças entre os valores de EE, possivelmente por uma má extração da gordura da matéria prima, sendo assim, quanto maior for o valor do extrato etéreo maior será a energia bruta presente no ingrediente.

Já os resultados do ensaio metabólico apresentados na Tabela 3, mostram que não houve efeito da interação entre as fontes de PB e presença ou ausência da enzima protease. E as fontes proteicas influenciaram os coeficientes de digestibilidade da MS e PB ($p < 0,01$) e o valor estimado de energia metabolizável ($p > 0,05$), enquanto a presença e ausência da enzima afetou ($p < 0,01$) apenas o coeficiente de digestibilidade da PB.

Para os coeficientes de digestibilidade da MS e da PB os melhores resultados foram na FCOB-1 ($p < 0,05$). O fato da FCOB-2 apresentar menor ($p < 0,05$) coeficiente de digestibilidade, tanto da PB como da MS, em relação a FCOB-1, pode estar relacionado a problemas no processamento como, temperatura, tempo e pressão (BUTOLO, 2002).

O menor coeficiente de digestibilidade da PB da FCOB-2 justifica o menor ($p < 0,05$) valor de EM da mesma, uma vez que aparentemente não ocorreu diminuição na digestibilidade do EE. Porém, o teor de EE da FCOB-2 foi inferior ao da FCOB-1 (Tabela 2). Os valores de energia metabolizável dos alimentos podem sofrer algumas mudanças, dependendo da espécie de ave, idade das aves, processamento, granulometria da ração, nível de inclusão do alimento testado, da metodologia utilizada, sexo das aves e adição de enzimas exógenas (SCOTTÁ, 2016)

Para o CDMS não houve diferença significativa ($p < 0,05$) para as dietas com ou sem inclusão da enzima protease.

O uso da enzima protease nas dietas determinou uma melhoria significativa ($p < 0,05$) apenas no CDPB (Coeficiente de digestibilidade da Proteína Bruta).

No resultado de CDEE não foi observado nenhuma melhora na digestibilidade do extrato etéreo com a utilização da enzima protease e nem nas diferentes fontes proteicas (Tabela 3).

Tabela 3. Médias e resumo da análise de variância dos dados de coeficientes de digestibilidade na fase de 18 a 21 dias de idade

	CD MS (%)	CD EE (%)	CD PB (%)	EM kcal/kg*
Fontes proteicas				
Farelo soja	73,40 B	69,71	71,61 C	2254 B
FCOB-1	77,53 A	71,90	87,78 A	2434 A
FCOB-2	71,01 B	71,01	77,44 B	2296 B
Níveis de Protease				
Sem	72,52	68,61	76,20 B	2307
Com	75,44	72,60	81,69 A	2349
Níveis de significância				
Fontes proteicas	0,000	0,543	0,006	0,043
Enzima protease	0,013	0,091	0,058	0,160
Fontes * Enzima	0,478	0,477	0,839	0,486
CV (%)	9,99	7,74	8,05	2,98

Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de SNK (0,05). * valores estimados por equações de Rostagno *et al.* (2011)

6. CONCLUSÃO

Dessa forma, os resultados deste trabalho foram importantes para avaliar o efeito da utilização da farinha de carne e ossos bovina (FCOB) associada à enzima protease na alimentação de aves de corte na fase inicial sobre a metabolizabilidade de nutrientes e desempenho zootécnico. Foi possível identificar também que, a farinha de carne e ossos bovina, se processada corretamente, se torna uma fonte proteica viável para ser utilizada na formulação de dietas para frangos de corte na fase inicial, e a inclusão da enzima protease não afetou os parâmetros de desempenho e proporcionou um melhor coeficiente de digestibilidade da proteína bruta das fontes proteicas, assim, o uso da enzima protease se mostra como uma alternativa interessante para diminuir os custos de produção, principalmente por melhorar o aproveitamento dos ingredientes usados na dieta e viabilizar o uso de matérias-primas alternativas, como as farinhas de origem animal.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES-CAMPOS, C. F. *et al.* Enzimas fúngicas em dietas com alimentos alternativos para frangos de crescimento lento. **Revista Desafios**, Palmas, v. 4, p. 35-53, 2017.
- AVILA, V. *et al.* Efeito do uso de protease na dieta de frangos de corte sobre o rendimento de carcaça. **XVI Seminário Técnico Científico de Aves de Suínos- AveSui**. Florianópolis- SC, 2017.
- ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição animal**: as bases e os fundamentos da nutrição animal - os alimentos. São Paulo: Nobel, v. 1. 395 p. 1986.
- BENEVIDES, C. M. J. *et al.* Fatores antinutricionais em alimentos: Revisão. **Segurança Alimentar e Nutricional**: Campinas, 67-79 p. 2011.
- BELLAVER, C. Uso de resíduos de origem animal na alimentação de frangos de corte. **III Simpósio Brasil Sul de Avicultura**. Chapecó- SC, 2002.
- BELLAVER, C. Limitações e vantagens do uso de farinhas de origem animal na alimentação de suínos e de aves. **2º Simpósio Brasileiro Alltech da Indústria de Alimentação Animal**. Curitiba- Paraná, 2005.
- BELLAVER, C. Processamento de farinhas de origem animal e sua relação com digestibilidade e palatabilidade do produto final. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 2, SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE ANIMAIS DE ESTIMAÇÃO, 9, 2010, Campinas. **Anais [...]**. Campinas: CBNA – Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2010.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 34, de 28 de maio de 2008**. Regulamento técnico da inspeção higiênico sanitária e tecnológica do processamento de resíduos de animais e o modelo de documento de transporte de resíduos animais. Brasília, DF, 2008.
- BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002.
- CAMPESTRINI, E. Farinha de carne e ossos. Artigo número 24. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v. 2, n. 4, p. 221-234, 2005.
- CANCELLI, T. **Protease em dietas para frangos de corte**. 2017. 20 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná, 2017.
- CARVALHO, C. M. C. *et al.* Uso de farinhas de origem animal na alimentação de frangos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 107, n. 581/582, p. 69-73, 2012.
- DALE, N. Avanços na quantificação do valor nutritivo da farinha de carne. In: III SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 1998, Goiânia. **Anais [...]** Goiânia: AGA, p. 79-81, 1998.

- DOBRE, P. R. **Avaliação de fontes proteicas associadas à enzima protease para frangos de corte na fase inicial.** 2019. 29 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2019.
- DOURADO, L. R. B. et al. Enzimas na nutrição de monogástricos. In: SAKOMURA, N. K.; SILVA, J. H. V.; COSTA, F. G. P.; FERNANDES, J. B. K.; HAUSCHILD, L. **Nutrição de não ruminantes.** Jaboticabal: Funep, 2014. p. 466-484.
- FARIA FILHO, D. E. *et al.* Avaliação da farinha de carne e ossos na alimentação de frangos de corte. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 4, n.1/001. 9 p., 2002.
- FORTES, B. D. A. **Adição de enzimas em dietas com diferentes fontes de proteína para frangos.** 2014. 102 f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.
- LIMA, M. R. et al. Enzimas exógenas na alimentação de aves. **Acta Veterinaria Brasilica**, Mossoró, v. 1, n. 4, p. 99-110, 2007.
- MATIAS, C. F. Q. et al. Efeito da protease sobre o coeficiente de metabolizabilidade dos nutrientes em frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.** v. 67, p. 492-498, 2015.
- MELLO, E. S. **Variação dos níveis de energia na dieta com goma de soja para poedeiras comerciais, desempenho e digestibilidade.** 2017. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2017.
- MENEGHETTI, C. Associação de enzimas em rações para frangos de corte. 2013. 27 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.
- NILLO, L. *Clostridium perfringens* in Animal Disease: A review of Current Knowledge. **The canadian Veterinary Journal.** v.21, n.5, p. 141- 148, 1980
- NUNES, R. V. *et al.* Valores energéticos de subprodutos de origem animal para aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1217-1224, 2005.
- RAMOS, L. D. S. N. et al. Utilização de enzimas exógenas em dietas de frango de corte. **Revista Científica Animal**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 84-94, 2007.
- RECK, A. B. e SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento interorganizacional na cadeia da avicultura de corte. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 54, n. 4, p. 709-728, dez. 2016.
- ROSTAGNO, H. S. et al. Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 2005, 187p.
- ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos:** composição de alimentos e exigências nutricionais. Viçosa: Ed. da UFV, 2011. 252 p.^[1]_[SÉP]
- SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos.** 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2016. 262 p.^[1]_[SÉP]

SARTORELLI, S. A. A. **Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte.** Lavras: UFLA, 1998. 54 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

SCOTTÁ, B. A. *et al.* Determinação da composição química e dos valores de energia metabolizável de alguns alimentos proteicos para frangos de corte. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 17, p. 501-508, 2016.

SHEPPY, C., The current feed enzyme market and likely trends. *Enzyme In: Farm Animal Nutrition*, CABI, New York, p. 1-10, 2001.

TAVERNARI, F. D. C. *et al.* Nutritional requirements of digestible methionine+ cystine for cobb broilers. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, 193-201, 2014.

VIEITES, F. M. **Valores energéticos e de aminoácidos digestíveis de farinhas de carne e ossos para aves.** Viçosa: UFV. 1999. 75 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1999.

YU, B.; CHUNG, T. K. Effects of multiple-enzyme mixtures on growth performance of broilers fed corn-soybean meal diets. *Journal Applied Poultry Research*, Savoy, v. 13, p. 178-182, 2004.