UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

BRUNNA GARCIA DE SOUZA LEITE

Fibra na dieta de poedeiras comerciais

Pirassununga

2018

BRUNNA GARCIA DE SOUZA LEITE

Fibra na dieta de poedeiras comerciais

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências do programa de pós-graduação em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof. Dr. Lúcio Francelino de Araújo

Pirassununga

2018

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

GL533f Garcia de Souza Leite, Brunna
 Fibra na dieta de poedeiras comerciais / Brunna
Garcia de Souza Leite ; orientador Prof. Dr. Lúcio
Francelino Araújo. -- Pirassununga, 2018.
 47 f.

 Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
em Zootecnia) -- Faculdade de Zootecnia e
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

 1. Desempenho. 2. Morfometria intestinal. 3.
Qualidade de ovos. 4. Viabilidade Econômica. I.
Francelino Araújo, Prof. Dr. Lúcio , orient. II.
Título.

BRUNNA GARCIA DE SOUZA LEITE

Fibra na dieta de poedeiras comerciais

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Mestre em Ciências.

Data de aprovação: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, por tudo que me proporciona na vida.

Aos meus pais Regianne e Edmilson, por tudo que fizeram para eu chegar até aqui.

A minha irmã Rafaella e meus sobrinhos Manuella e Matheus, por proporcionar tantos momentos de alegria durante esse percurso.

A família Garcia, principalmente aos meus avós Ronaldo (*in memoriam*) e Antônia, que sempre acreditaram no meu potencial e por serem os meus maiores exemplos.

A família Souza Leite, principalmente meu amado pai Heleno (*in memoriam*), que mesmo no céu tenho certeza que estás orgulhoso de mim.

A família Gonçalves Teixeira, que me acolheram e me ajudaram a ser quem eu sou hoje.

A família Alves Botelho, por todo carinho que sempre tiveram por mim.

Só posso dizer que sinto enorme gratidão e amor por todos!

AGRADECIMENTOS

A Deus:

“Tudo posso naquele que me fortalece” (Filipenses 4:13)

*É tudo o que temos quando achamos que estamos completos
E continua sendo tudo quando pensamos que não nos resta nada.*

Aos meus pais, Regianne e Edmilson:

*Que me ensinaram a nunca desistir dos meus sonhos
Que nas minhas dificuldades foram minha força e meu abrigo
Por estarem ao meu lado durante todo esse percurso
E por serem os melhores pais que eu poderia ter.*

A minha irmã Rafaella e aos meus sobrinhos Manuella e Matheus:

*Deus foi tão generoso comigo quando me presenteou como uma irmã como você
Em todas as etapas da minha vida você tem estado presente
E é sempre uma parte importante de todos os momentos em que vivo
Você me presenteou com dois anjos na qual posso orgulhosamente chamar de sobrinhos
Na qual eu amo mais do que tudo nesse mundo
Só posso dizer: Obrigada por existir na minha vida!*

A família Garcia,

A família Souza Leite,

A família Gonçalves Teixeira,

A família Alves Botelho:

*Uma família nem sempre se faz somente por laços sanguíneos, mas também de amor mútuo,
Por isso agradeço a todos que me apoiaram e incentivaram
Pelos ensinamentos, pelas broncas e por todos os momentos felizes,
Sou eternamente grata por Deus ter me dado uma família única.*

Ao meu orientador Prof. Dr. Lúcio Francelino Araújo, sua esposa Profa. Dra. Cristiane Soares Silva Araújo e seus filhos Caio e Júlia:

“A arte de saber ensinar é para poucos, tem que ter o dom, tem que ter a calma e paciência, vontade, tem que se doar por inteiro, tem que gostar de ensinar. Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.” (Cora Coralina)

*Agradeço imensamente por todos os anos de orientação e amizade,
Pelos conselhos, ensinamentos e oportunidades,
E por ter acreditado no meu potencial.*

A minha querida amiga Profa. Dra. Jacinta Diva Ferrugem Gomes:

*Agradeço imensamente pela confiança, amizade e carinho que sempre tivera comigo,
Obrigado por me ouvir falar e chorar,
Obrigado pelos conselhos e ensinamentos,
Obrigada por acreditar que posso sonhar grande.*

Aos meus grandes companheiros e amigos Carlos e Paulo:

“A importância de uma verdadeira amizade não é só quando celebramos, e sim, quando somos abrigo, quando somos amigos, quando somos irmãos, quando estendemos a mão e principalmente quando doamos nosso coração.” (Pejotta Pires)

As minhas amigas de graduação (Ana Beatriz, Beatrice, Danieli, Graziani, Mariana e Paloma):

“Amizade verdadeira é assim mesmo: podemos passar anos sem se ver, mas quando nos reencontramos sentimos que nada mudou.” (Brenda Landim)

**Aos meus amigos e companheiros de trabalho (Fabricia, Priscila, Rafael, João Paulo, Patricia, Sara, Yasmin, Mariana, Garga, Vinicius, Julio, Renata, José, André e Mylena),
Aos amigos que fiz durante a Pós-graduação (Marcelo, Thaissa, Thais e Raissa),
Aos estagiários que passaram pelo setor e que contribuíram e me ajudaram,
Aos meus grandes amigos de Americana (Leonardo e Aline):**

“As pessoas entram e saem de nossas vidas, algumas passam despercebidas, outras deixam sua presença em nossa memória, outras em nosso coração. Algumas deixam coisas boas, outras coisas ruins, mas as pessoas que levo comigo são aquelas que mudaram a minha vida, que me fizeram dar um sorriso, que me fizeram esquecer uma tristeza, que me ajudaram nos momentos difíceis, que não fugiram em nenhum segundo, nem nos felizes, nem nos tristes.” (Silver Penguin)

Ao meu cachorro Charlie Brown:

“Era um cachorro igual a cem mil outros. Mas eu fiz dele um amigo. Ele é agora único no mundo.” (Adaptado do Livro: O Pequeno Príncipe)

Ao meu namorado Willian:

*“E, de repente, você chegou.
E a minha vida, que andava sem graça, voltou a fazer sentido.
E eu, que já não acreditava mais, voltei a sorrir.
Eu que já tinha desistido de te encontrar.
Eu que já tinha me acostumado a viver sozinha.
Eu que achava que não conseguiria mais me apaixonar.
Eu que cheguei a duvidar do amor.
Então, você apareceu e, meio que por encanto,
voltei a sentir coisas que já não me lembrava mais como eram.
Você chegou e trouxe a paz que eu tanto precisava.”*

A CAPES pela bolsa concedida para a realização do meu Mestrado,

A Empresa Biosen pelo fornecimento do produto,

Ao Prof. Dr. Ricardo Strefezzi, pela realização das minhas análises de morfometria,

Ao Maurício, pela realização das análises estatísticas,

A Fabricia e ao Carlos, pela ajuda na realização da análise econômica,

Aos Professores da FZEA e FMVZ,

Aos membros da minha banca e suplentes pela disponibilidade e colaboração,

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia (Reginaldo e Estela),

Aos funcionários da Pós-graduação (Erica, Gilson, Izabela, Kefilin e Maria Cecília),

A assistente social (Tânia),

Aos funcionários do setor de Avicultura (Edinho, China, Seu Pedro, Paulo, Diego e Pedro),

Aos funcionários da fábrica de ração (Claudio, Zé, Ioneo, Maicon),

Aos funcionários do transporte (Ricardinho e Joni),

Aos funcionários do abatedouro,

Aos funcionários do transporte circular,

Aos funcionários do bandejão,

Aos funcionários da limpeza,

Aos funcionários da segurança,

E não poderia esquecer as minhas lindas 416 poedeiras, que sem elas nada disso seria possível.

“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido, mas aquele que vai acompanhado, com certeza vai mais longe.” (Clarice Lispector)

O trabalho em equipe é o que diferencia na obtenção de resultados.

O esforço de todos é essencial para construir!

Ninguém faz nada sozinho, ninguém chega a lugar algum sem apoio, orientação e participação!

Á todos vocês o meu muito obrigado!

RESUMO

LEITE, B. G. S. **Fibra na dieta de poedeiras comerciais.** [Fiber in the diet of commercial laying hens]. 2018. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da inclusão de fibra na dieta de poedeiras comerciais. Para tanto, foram utilizadas 416 poedeiras comerciais, da linhagem Lohmann LSL, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos com 13 repetições de oito aves em cada unidade experimental. Os níveis de fibra estudados consistiram em dietas com a inclusão de 0,0; 0,2; 1,0 e 2,0% de uma fonte comercial de fibra. O período experimental foi conduzido da 24ª a 40ª semana de idade das poedeiras, totalizando quatro ciclos de 28 dias cada. Os dados de desempenho produtivo (produção de ovos, consumo de ração, peso e massa de ovos, conversão alimentar por dúzia e por massa de ovos e percentagem de ovos vendáveis) e a qualidade de ovos (resistência da casca, coloração da gema, altura de albúmen, unidade Haugh e espessura de casca) foram avaliados ao final de cada ciclo de 28 dias. No final do experimento, uma ave por unidade experimental foi separada, para a obtenção dos dados de morfometria intestinal, em que foi retirado o trato intestinal para as avaliações de peso de moela, comprimento de intestino e altura das vilosidades e profundidade de cripta dos segmentos (duodeno, jejuno e íleo). Os dados experimentais do desempenho produtivo obtidos pela média do período experimental foram utilizados para a realização da análise econômica. Observou-se que no desempenho produtivo, os níveis de inclusão de 1,0 e 2,0% de fibra na dieta promoveram efeito significativo positivo sobre o peso e massa de ovos. Na qualidade de ovos os diferentes níveis de fibra apresentaram melhora sobre a resistência e espessura de casca. Na análise de morfometria intestinal observou que as aves alimentadas com diferentes níveis de fibra na dieta obtiveram maior comprimento de intestino, maior altura de vilosidade no jejuno e melhor relação altura da vilosidade:profundidade de cripta no íleo. Em relação à análise econômica o nível de inclusão de 0,2% de fibra na dieta obteve resultados iguais aos da dieta controle sobre custo total, custo total por

ave e entre o custo total sobre a renda total. Concluindo-se que a inclusão de 1,0 e 2,0% de fibra na dieta de poedeiras pode causar efeitos positivos sobre os parâmetros de desempenho produtivo, qualidade de ovos e no desenvolvimento da mucosa intestinal. E pelo ponto de vista econômico a inclusão de 0,2% de fibra na dieta é mais viável.

Palavra-chave: Desempenho. Morfometria Intestinal. Qualidade de ovos. Viabilidade Econômica.

ABSTRACT

LEITE, B. G. S. **Fiber in the diet of commercial laying hens**. [Fibra na dieta de poedeiras comerciais]. 2018. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2018.

The aim of this study was to evaluate the effect of fiber inclusion on the diet of laying hens. Therefore, 416 commercial laying hens of the Lohmann strain were distributed in a completely randomized design in four treatments with thirteen replicates of eight birds per experimental unit. The fiber levels studied consisted of diets with inclusion of 0,0; 0,2; 1,0 and 2,0% from a commercial source of fiber. The trial was conducted from the 24th to 40th week of birds' age, totaling 4 cycles of 28 days each. The data of productive performance (egg production, feed intake, egg weight and mass, feed conversion per dozen and egg mass and percentage of salable eggs) and egg quality (eggshell strength, yolk color, albumen height, Haugh unit and eggshell thickness) were evaluated at the end of each 28-day cycle. At the end of the experiment, one bird per experimental unit was separated to obtain the intestinal morphometry data, in which the intestinal tract was removed for gizzard weight, intestine length and villus height and crypt depth of the segments (duodenum, jejunum and ileum). The experimental data of the productive performance obtained by the mean of the experimental period were used for the accomplishment of the economic analysis. It was observed that in the productive performance, inclusion levels of 1,0 and 2,0% of dietary fiber promoted a significant effect on egg weight and egg mass. In the egg quality the different levels of fiber presented improvement on the resistance and thickness of the shell. In the analysis of intestinal morphometry, it was observed that the birds fed different levels of fiber in the diet obtained a longer intestine length, a higher villus height in the jejunum and a better villus height ratio: crypt depth in the ileum. Regarding the economic analysis, the inclusion level of 0.2% fiber in the diet obtained results equal to the control diet over feeding cost, feeding cost per bird and between feeding cost over total revenue. It was concluded that the inclusion of fiber in the laying diet can cause positive effects on parameters of productive performance, egg

quality and intestinal mucosa development. And from the economic point of view the inclusion of 0.2% fiber in the diet is more viable.

Keyword: Economic Viability. Egg quality. Intestinal Morphometry. Performance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Galpão experimental.....	25
Figura 2.	Linhagem.....	26
Figura 3.	Unidade experimental.....	26
Figura 4.	Qualidade externa e interna dos ovos.....	29
Figura 5.	Morfometria intestinal.....	30
Figura 6.	Fotomicrografia dos segmentos.....	31
Figura 7.	Altura da vilosidade e profundidade de cripta.....	31

LISTA DE TABELAS

1. Composição nutricional das dietas experimentais.....	27
2. Desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra sobre as características de produção de ovos (PO), peso do ovo (peso), massa do ovo (MO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia (CA/dúzia), conversão por massa de ovo (CA/MO) e ovos vendáveis (OV).....	34
3. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra sobre as características de altura de albúmen (AA, mm); coloração da gema (CG); unidade Haugh (UH); resistência da casca (RC, kgf) e espessura da casca (EC, mm).....	35
4. Morfometria intestinal de poedeiras comerciais alimentadas diferentes níveis de fibra sobre as características de peso da moela (PM, g), comprimento do intestino (IN, cm), altura da vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e a relação entre a altura de vilosidade e profundidade de cripta (AV:PC).....	37
5. Análise econômica da produção de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1	Caracterização da Fibra	18
2.2	Trato Gastrointestinal das aves.....	20
2.3	Efeitos da inclusão de fibra na dieta de poedeiras	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1	Desempenho Produtivo	28
3.2	Qualidade de Ovos.....	29
3.3	Morfometria Intestinal.....	30
3.4	Análise Econômica.....	32
3.5	Análise Estatística	33
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
5	CONCLUSÃO	40
6	REFERÊNCIAS	41
7	ANEXO	47
7.1	ANEXO A: Certificado do Comitê de Ética	47

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de postura representa um dos setores mais desenvolvidos no agronegócio brasileiro. Em 2017, o Brasil produziu mais de 39 bilhões de ovos, com 99,57% desta produção sendo destinada ao mercado interno, e apresentou um consumo per capita de 190 ovos/habitantes/ano (ABPA, 2017). Esta produtividade tem sido resultado ao progresso apresentado no sistema de produção, principalmente as melhorias na genética, manejo e nutrição.

Vários estudos vêm sendo realizados para tornar o sistema produtivo mais eficiente. Um dos pontos é a formulação de dietas balanceadas visando uma produção economicamente competitiva. Entretanto, para que isso ocorra são necessários que sejam atendidos todos os requerimentos nutricionais destas aves, para então expressar o seu potencial genético.

Por muito tempo a fibra foi considerada apenas como um componente alimentar sem valor nutritivo, que favorecia o peristaltismo no trato digestivo (POURCHET-CAMPOS, 1990), e um nutriente indesejável na dieta dos monogástricos, sendo relatados os efeitos negativos de sua presença, como seu efeito diluidor de energia. Porém, esses efeitos poderiam estar relacionados às metodologias que subestimaram a quantidade real de fibra presente nos alimentos estudados e, por consequência, as quantidades realmente adicionadas nas dietas acabaram por ser altas. Quando determinadas de forma correta e adicionadas em quantidades adequadas os efeitos da fibra podem ser benéficos aos animais.

A fibra é derivada da parede celular das plantas e insuficientemente digerida pelo trato digestivo dos animais (HÁ et al., 2000), e é o principal substrato para a fermentação bacteriana (ARAÚJO e SILVA, 2008a). Como a fibra interage com a mucosa e a microflora, possui um papel importante no controle da saúde intestinal do animal (MONTAGNE et al., 2003),

Trabalhos recentes vêm demonstrando a importância da fibra na alimentação de monogástricos, através de efeitos benéficos sobre o aparelho digestório, regularizando o trânsito intestinal, reduzindo a consistência do bolo fecal e melhorando a fermentação do conteúdo intestinal (CATALANI et al., 2003). Outras pesquisas mostraram resultados positivos, uma vez que a

inclusão de fibra pode trazer benefícios no desenvolvimento do trato digestório na fase de desenvolvimento e, conseqüentemente, proporcionar maior capacidade de consumo de ração durante a fase de produção (HETLAND et al., 2003; POTTGUETER, 2011). Além disso, é capaz de melhorar a digestibilidade dos nutrientes, a partir do desenvolvimento dos órgãos digestivos, promovendo a saúde do trato gastrointestinal e melhorando o desempenho dos animais (AMERAH et al., 2009; JIMENEZ-MORENO et al., 2009; GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2007).

Entretanto, apesar de sua relevância, pouca importância tem sido atribuída à fibra na nutrição de poedeiras na fase de produção, não havendo recomendações mínimas de teores de fibra nos manuais das linhagens ou nas tabelas de instituições de pesquisa. Desta forma, é indispensável mais estudos para elucidar quais são seus reais efeitos e recomendar um nível de inclusão para obter esses benefícios. Sendo assim, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de fibra na dieta de poedeiras leves no período de 24 a 40 semanas de idade, sobre as características de desempenho produtivo, qualidade dos ovos, morfometria intestinal e viabilidade econômica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da Fibra

A definição da fibra, do ponto de vista da morfologia vegetal, corresponde aos componentes estruturais das plantas e do ponto de vista nutricional à fração do alimento não digerida por enzimas secretadas pelo trato digestório dos animais (AACC, 2001).

A fibra é um agregado de compostos heterogêneos (polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos), com sua origem associada na parede celular das plantas (MORGADO e GALZERENO, 2008). São resistentes à digestão enzimática no trato gastrointestinal dos humanos e animais, chegando até o colo intacto e servindo como substrato para a fermentação bacteriana (VAN SOEST et al., 1991; BACH KNUDSEN, 2001; MONTAGNE et al., 2003; THEUWISSEN e MENSINK, 2008). Ao chegar ao colo, a fibra é fermentada pelas bactérias locais (THEUWISSEN e MENSINK, 2008), contribuindo com a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), predominantemente acetato, propionato e butirato, além de água (H_2O) e vários gases, como dióxido de carbono (CO_2), hidrogênio (H_2) e metano (CH_4) (MONTAGNE et al., 2003).

Os AGCC atuam como fonte de energia para a mucosa intestinal (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008) e possuem funções específicas no organismo: o propionato é capaz de reduzir o pH no colo, manter o equilíbrio da microflora intestinal, estimular a absorção de sódio e água e é transformado em glicose no fígado; o butirato aumenta o fluxo sanguíneo, a produção de muco, estimula a proliferação celular epitelial e é a principal fonte de energia para os colonócitos; e o acetato serve como fonte de energia para o tecido muscular e estimulação da produção de secreção pancreática e outros hormônios (DAVIDSON, 1998; CATALANI et al., 2003; MONTAGNE et al., 2003).

As fibras também podem causar aumento do volume do bolo alimentar, proporcionando sensação de saciedade devido à dilatação da parede estomacal e interferindo na disponibilidade dos demais nutrientes (FIETZ e SALGADO, 1999; TROMBETA e GUTKOSKI I, 1999; SANTOS JUNIOR, 2003; SILVA et al., 2012). São divididas em duas frações em função de seu efeito

fisiológico ou solubilidade em água: fibra solúvel e fibra insolúvel (MONTAGNE et al., 2003).

A fração insolúvel da fibra é formada por celulose, hemicelulose e lignina e se diferencia da fração solúvel, que é constituída por pectinas, mucilagens e alguns tipos de polissacarídeos e hemiceluloses de reserva da planta (THEUWISSEN e MENSINK, 2008; MORGADO e GALZERANO, 2008).

A fibra pode ser considerada um nutriente ou um fator antinutricional dependendo da sua solubilidade, uma vez que a fibra solúvel tem grande capacidade de absorver água e formar substância gelatinosa no trato gastrointestinal, aumentando a viscosidade da digesta, prejudicando na mistura do alimento ingerido com os sucos digestivos e ao acesso das enzimas aos nutrientes do alimento, inibindo a digestão e absorção desses nutrientes. A alta viscosidade afeta o consumo de ração em decorrência da redução da velocidade de passagem da digesta e, com isso, exerce uma influência considerável sobre a microflora intestinal (PALENZUELA, et al., 1998; ARRUDA et al., 2003; HETLAND et al., 2004; VAN KRIMPEN, 2009).

A fibra insolúvel não está relacionada a esses efeitos antinutricionais por não apresentarem capacidade de retenção de água. Alguns trabalhos têm demonstrado efeitos positivos na alimentação de aves, por ter uma melhor digestibilidade do amido e da proteína, provavelmente devido à capacidade da fibra de se acumular na moela, considerado um órgão importante no processo de regulação da taxa de passagem da digesta e na digestão dos nutrientes no intestino. Outros estudos mostraram indícios que dietas ricas em fibra insolúvel previnem a ocorrência de canibalismo em poedeiras. A hipótese é que com o aumento da velocidade de passagem da digesta, as aves passassem mais tempo se alimentando e menos tempo bicando umas às outras. Outra diferença relevante, é que a fibra insolúvel não é degradada pela fermentação bacteriana, não exercendo influência sobre a microflora intestinal (LANGHOUT, 1998; HETLAND et al., 2004).

2.2 Trato Gastrointestinal das aves

Para que as poedeiras tenham um bom desempenho produtivo é necessário que estas recebam quantidades adequadas de nutrientes nas dietas e que estas sejam devidamente processadas, digeridas e absorvidas (MAIORKA et al, 2000). Uma vez, que as exigências das poedeiras comerciais são especificadas em quantidades de nutrientes diários, e estas estão sujeitas a uma série de fatores que podem afetar as suas necessidades em nutrientes (MAZZUCO, 2014).

Entretanto, para que isso ocorra, é necessário que o sistema digestório da ave apresente características estruturais funcionais que possibilitem desde a ingestão e a passagem do alimento até a sua absorção (BOLELI et al., 2002). Uma vez, que o trato gastrointestinal das aves é um tubo oco e fibromusculoso que se estende até a cloaca e possui algumas estruturas acessórias, desempenhando funções como a ingestão, trituração, digestão e absorção de nutrientes (REECE, 2006 e ARTONI, 2004).

Na produção avícola, um dos maiores desafios é a manutenção da integridade da mucosa intestinal e do equilíbrio da microbiota (LIMA, 2010). O trato gastrointestinal das aves possui uma microbiota natural composta por muitas espécies de bactérias, protozoários e fungos em equilíbrio entre si, sendo tão necessária quanto benéfica, pois o desequilíbrio, em favor das bactérias indesejáveis, pode resultar em danos na mucosa intestinal e prejuízos na absorção dos nutrientes da ração, comprometendo dessa forma o desempenho produtivo (LODDI, 2003).

Para Maiorka et al. (2000), o estudo da mucosa intestinal é um aspecto extremamente relevante na fisiologia da digestão, pois nesse local ocorre grande exposição a agentes que estão presentes no lúmen digestivo a partir do início da ingestão, digestão e absorção de nutrientes. A mucosa tem crescimento contínuo e é afetada não apenas pelos hormônios metabólicos como: insulina, hormônio de crescimento, tiroxina e glicocorticoides, mas também por fatores relacionados ao alimento, como: características físicas e químicas dos nutrientes e da microflora intestinal. Desta forma, o desenvolvimento da mucosa intestinal depende tanto de fatores endógenos como exógenos.

O intestino é a porção mais longa do sistema digestório (BOLELI et al., 2002), e é onde ocorre a digestão do alimento e absorção dos nutrientes do processo digestivo (CUNNINGHAM, 2004). Pode ser dividido em duas partes distintas: o intestino delgado que é composto pelos segmentos (duodeno, jejuno e íleo) e o intestino grosso que é pequeno e compreende os cecos, colo e cloaca (BACHA e BACHA, 2000).

O comprimento do intestino vai variar com o tipo de espécie, por exemplo, o intestino das aves é relativamente mais curto comparado com os dos mamíferos (DENBOW, 2000). O comprimento e o diâmetro do intestino podem variar de acordo com diversos fatores, tais como: tipo da dieta, presença de aditivo alimentar adicionado à ração, presença de microbiota bacteriana, incidência de doenças entéricas e o desenvolvimento corporal da ave (ITO et al., 2004). E segundo Macari et al. (1994), há uma considerável variação com comprimento do intestino das aves, de acordo com a o tipo de alimentação oferecida.

Segundo Vieira (2002), sob o ponto de vista digestivo e absorptivo, o duodeno é o local de mistura do alimento com secreções digestivas e alcalinas, enquanto o jejuno é o local em que a maior parte da digestão e absorção ocorre. Rutz (2002) complementa essa ideia mostrando que grandes carreadores de membrana estão localizados no íleo, implicando ser esse o local de maior absorção de aminoácidos.

A mucosa do intestino delgado apresenta muitas dobras microscópicas que são denominadas vilosidades ou vilos, que proporcionam um aumento na superfície interna do órgão, ou seja, na área de digestão e absorção intestinal (BOLELI et al., 2002). As vilosidades são estruturas muito importantes no intestino delgado, envolvidas principalmente na absorção de nutrientes (MAZZUCO, 2014) e são constituídos por três tipos de células funcionalmente distintas: os enterócitos, as células caliciformes e as células enteroendócrinas (EROSCHENKO, 2008).

Os enterócitos são as células que respondem pela digestão final do alimento e pelo transporte dos nutrientes até o lúmen. As células caliciformes são secretoras de glicoproteínas, com a função de proteger o epitélio intestinal da ação de enzimas digestivas e efeitos abrasivos da digesta. E as células

enteroendócrinas são as produtoras de hormônios peptídicos como gastrina, secretina, colecistoquinina e monoaminas biogênicas, substâncias essas que participam da regulação da digesta, absorção e utilização de nutrientes (MAIORKA, 2000).

Já a profundidade de cripta é um indicativo do nível da hiperplasia das células epiteliais, o que está relacionado, entre outros fatores, com a magnitude da zona de extrusão das vilosidades e o grau de antigenicidade dos componentes da ração. Portanto, a relação desejável entre as vilosidades e as criptas ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação da altura da vilosidade:profundidade da cripta, melhor será a absorção de nutrientes e ocorrerá menores perdas energéticas com a renovação celular (ARRUDA et al., 2008).

2.3 Efeitos da inclusão de fibra na dieta de poedeiras

A exigência de fibras para um bom desenvolvimento e fisiologia do trato digestório depende muito do tipo e idade das aves (GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2010), da fonte de fibra utilizada, especialmente sua solubilidade (JIMÉNEZ-MORENO et al., 2011; MATEOS et al., 2012).

A fibra dietética pode influenciar na morfologia e fisiologia do trato gastrointestinal (AMERAH et al., 2007), modificando a estrutura física e química da digesta (JIMENEZ-MORENO et al., 2009). Desta forma, a fibra na dieta é capaz de interferir no tamanho dos órgãos, no consumo de ração, na digestibilidade dos nutrientes e no desempenho dos animais (HETLAND et al., 2003; AMERAH et al., 2009).

De acordo com Mateos et al. (2012), a inclusão de até 3% de fonte de fibra insolúvel em rações à base de milho e farelo de soja para frangos de corte e poedeiras pode melhorar o desenvolvimento do trato digestório e o desempenho das aves. Resultados semelhantes de pesquisas realizadas por Scheideler et al. (1998), que observaram que a adição de fibra pela inclusão de aveia na ração de frangas teve efeitos positivos no desenvolvimento dos órgãos do trato digestório, na digestão de nutrientes e na eficiência alimentar.

Em estudo realizado por Araújo et al. (2008b), utilizando quatro níveis de trigo (0, 3, 6 e 9%) nas rações de poedeiras na fase de produção, observaram que o consumo de ração, peso final das aves, produção de ovos, peso e massa dos ovos e a conversão por dúzia e massa de ovos não foram afetados pela a inclusão de até 9% de farelo de trigo.

De acordo com Hetland et al. (2003), a fibra insolúvel na ração de poedeiras têm demonstrado resultados positivos, com a inclusão de trigo inteiro e raspas de madeira na dieta de aves entre 15 a 29 semanas de idade, verificaram que a fração insolúvel da fibra estimulou o desenvolvimento da moela e aumentou a concentração de fibra e o teor de ácidos biliares, melhorando a digestibilidade do amido. Estudos semelhantes ao de González-Alvarado et al. (2007), também observaram que a inclusão de fibra na ração aumenta o pH e tamanho da moela, bem como o tamanho do intestino. Dada a importância desse órgão ao bom funcionamento do aparelho digestivo, já que, moelas bem desenvolvidas e mais uniformes estão associadas a baixas ocorrências de distúrbios entéricos, resultando na saúde das aves, melhora no desempenho produtivo e bem-estar dos animais (MATEOS et al., 2012). E estudos realizados por Amaral (2014), que incluiu farelo de trigo, casca de soja e feno de tifton na dieta de poedeiras entre 12 a 30 semanas de idade, verificou que o teor de fibra na ração, principalmente a fração insolúvel da fibra, estimulou o desenvolvimento da moela e aumentou a cor da gema dos ovos.

A presença da fibra na dieta melhora a digestibilidade do amido e da gordura, através do estímulo da atividade da moela, aumentando o refluxo da digesta do duodeno para a moela, e assim aumentando a secreção de alfa-amilase e ácidos biliares (HETLAND et al., 2003). Quando ocorre redução da fibra na dieta o tamanho e o conteúdo da moela são afetados pela falta de estímulo e consequentemente compromete o desenvolvimento do trato gastrointestinal (HETLAND et al., 2004).

Pesquisas recentes (GONZÁLEZ-ALVARADO et al., 2007; AMERAH et al., 2009; JIMÉNEZ-MORENO et al., 2010 e SVIHUS, 2011) mostraram que a inclusão de quantidades moderadas de diferentes fontes de fibra na dieta é capaz de melhorar o desenvolvimento de órgãos digestivos e aumenta o ácido clorídrico (HCl), ácidos biliares e secreção de enzimas. Entretanto, a resposta à

inclusão de fibras depende da fonte e nível de fibras e das características da dieta, bem como sobre o estado fisiológico e a saúde da ave.

Krimpen et al. (2007), ao avaliarem rações de poedeiras entre 18 e 40 semanas de idade com a inclusão de matérias primas com alto teor de polissacarídeos não amiláceos (PNA's), observaram um aumento no consumo de ração, o que resultou em consumo de energia e produção de ovos semelhantes aos valores encontrados no grupo controle. Esses mesmos autores, ao avaliarem os efeitos da inclusão de fontes de PNAs de acordo com sua solubilidade, observaram maior consumo de ração pelas aves alimentadas com rações contendo alto teor de PNA insolúvel em comparação às aves do grupo controle. Entretanto, a utilização de rações com alto teor de PNA solúveis ocasionou aumento na viscosidade e redução na taxa de passagem da digesta, o que pode ter ocasionado maior preenchimento do intestino, resultando na redução do consumo de ração.

Estudos relatados por Hetland et al. (2005) mostraram que as aves apresentam um apetite por fibra, uma vez que quando a ração não aporta uma quantidade mínima desse nutriente as aves tendem a ingerir pedaços de madeira da cama e penas para compensar a sua ausência na ração.

Em estudos realizados por Van Leeuwen (2004) sobre as características morfológicas da mucosa intestinal em frangos de corte, foi demonstrado que a orientação das vilosidades é diferente nos diversos segmentos e que isto é influenciado pela idade, uso de aditivos na dieta e microbiota do intestino, afetando o desempenho destes animais.

Quando a fibra insolúvel é adicionada em pequenas quantidades na dieta, não interfere significativamente na viscosidade intestinal (SMITS & ANNISON, 1996), mas atua no sentido de regular o consumo ou de melhorar a digestibilidade de alguns nutrientes (HETLAND et al., 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Aves do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), *campus* Fernando Costa, Pirassununga, SP, com localização geográfica latitude sul 21°57', longitude oeste 47°27', a 627 metros de altitude, entre Janeiro a Abril de 2018.

Todos os procedimentos experimentais foram revisados e aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da FZEA/USP (protocolo nº 4620221217).

As aves foram alojadas em um galpão experimental de alvenaria, sendo as laterais de telas de arame galvanizado, equipadas com cortinas e cobertura de barro com lanternins. O galpão possuía pé direito de 2,50 m de altura, equipado com gaiolas metálicas de postura convencionais de dimensões de 1,0m x 0,45m x 0,45m, dispostas em duas fileiras sobrepostas (sistema piramidal) e sob a densidade de 562,5 cm² por ave. Cada gaiola continha um bebedouro tipo *nipple* (taça) e comedouro tipo calha frontal externo. O galpão apresentava dois ventiladores e dois nebulizadores para melhor controle da temperatura interna (Figura 1).

Figura 1. Galpão Experimental

A: Visão externa do galpão; B: Visão lateral do galpão;
C: Visão interna do galpão; D: Ventilador,
Fonte: Autoria Própria

Foram utilizadas 416 poedeiras comerciais, da linhagem Lohmann LSL (Figura 2), no período de 24 a 40 semanas de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em quatro tratamentos com 13 repetições de oito aves em cada unidade experimental (Figura 3).

Figura 2. Linhagem

Fonte: Autoria Própria

Figura 3. Unidade Experimental

Fonte: Autoria Própria

O programa de iluminação utilizado foi preconizado de acordo com o manual da linhagem Lohmann LSL (LOHMANN, 2017).

Foram registrados diariamente os parâmetros de temperatura e umidade relativa do interior do galpão, assim como as mortalidades. E todas as aves receberam água e ração *ad libitum*.

Os ovos eram recolhidos uma vez ao dia, sendo realizado no período da tarde, sendo anotados em planilha os seguintes aspectos: produção de ovos viáveis, produção de ovos inviáveis (quebrados, trincados, deformados, com casca fina, sem casca e os sujos) e produção de super-ovos (dupla gema).

As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, de acordo com as recomendações nutricionais preconizadas por (ROSTAGNO et al., 2011) para atender as exigências nutricionais das poedeiras leves. Os tratamentos consistiram em dietas com a inclusão de 0,0; 0,2; 1,0 e 2,0% de uma fonte comercial de fibra.

A fonte comercial de fibra utilizada é uma combinação sinérgica de fibras dietéticas solúveis e insolúveis, produzido a partir de madeira fresca especialmente selecionada para uso na alimentação animal.

As formulações das dietas experimentais bem como os níveis nutricionais estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Composição Nutricional das dietas experimentais

Ingredientes (%)	Níveis de Fibra (%)			
	0,0	0,2	1,0	2,0
Milho moído	49,24	49,24	49,24	49,24
Farelo de soja	30,29	30,99	30,49	30,79
Calcário calcítico	9,05	9,05	9,05	9,05
Óleo de soja	6,27	6,27	6,27	6,27
Fosfato bicálcico	1,69	1,69	1,69	1,69
Sal comum	0,43	0,43	0,43	0,43
Suplemento Vitamínico/Mineral ¹	0,40	0,40	0,40	0,40
Metionina	0,13	0,13	0,13	0,13
Farelo de trigo	2,00	0,00	1,00	0,00
Inerte (Areia)	0,50	1,60	0,30	0,00
Fibra Comercial	0,00	0,20	1,00	2,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Níveis Nutricionais Calculados				
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	2.950	2.950	2.950	2.950
Proteína Bruta (%)	18,50	18,50	18,50	18,50
Cálcio (%)	4,00	4,00	4,00	4,00
Fósforo disponível (%)	0,41	0,41	0,41	0,41
Aminoácidos sulfurados digestíveis (%)	0,70	0,70	0,70	0,70
Metionina (%)	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina (%)	0,88	0,88	0,88	0,88
Treonina (%)	0,62	0,62	0,62	0,62
Fibra Bruta (%)	2,94	2,94	2,94	2,94

¹ Suplemento Vitamínico e Mineral para aves de postura. Níveis de garantia (4 kg de produto por tonelada de ração): Ferro (min) 0,04 g/kg; Cobre (min) 10 mg/kg; Manganês (min) 0,08 g/kg; Zinco (min) 0,10 g/kg; Iodo (min) 0,832 mg/kg; Selênio (min) 0,30 mg/kg; Vitamina A (min) 7000,00 UI/kg; Vitamina D3 (min) 2500,00 UI/kg; Vitamina E (min) 8,00 UI/kg; Vitamina K3 (min) 1,58 mg/kg; Vitamina B1 (min) 1,00 mg/kg; Vitamina B2 (min) 4,00 mg/kg; Niacina (min) 20,10 mg/kg; Ácido pantotênico (min) 7,22 mg/kg; Vitamina B6 (min) 1,00 mg/kg; Ácido fólico (min) 0,297 mg/kg; Biotina (min) 0,02 mg/kg; Vitamina B12 (min) 9,6 mcg/kg; Colina (min) 0,30 g/kg; Metionina (min) 0,70 g/kg; Halquinol 30 mg/kg.

3.1 Desempenho Produtivo

Para a obtenção dos dados de desempenho produtivo foi avaliado quatro períodos de 28 dias cada, mensurando as seguintes características:

Consumo de ração: o consumo de ração foi determinado pela diferença entre a ração fornecida e a sobra de ração de cada período avaliado. O resultado foi dividido pelo número médio de aves da parcela e expresso em gramas por aves por dia.

Produção de ovos: A produção de ovos foi determinada pelo número total de ovos postos por gaiola pelo número médio de aves multiplicado por 28 e o resultado multiplicado por 100.

Peso médio dos ovos: O peso médio dos ovos foi determinado pelo peso dos ovos totais dividido pela quantidade de ovos postos no dia.

Massa dos ovos: A massa dos ovos foi obtida multiplicando-se o peso médio dos ovos de cada parcela pela porcentagem de produção de ovos. O valor obtido foi expresso em gramas de ovos por ave dia.

Conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos: A conversão alimentar por dúzia de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o consumo de ração, expresso em gramas, pela produção de ovos. O resultado foi multiplicado por 12 (dúzia de ovos).

Conversão alimentar por massa de ovos produzidos: A conversão alimentar por massa de ovos produzidos foi calculada dividindo-se o consumo de ração, expresso em gramas, pela massa de ovos.

Porcentagem de ovos vendáveis: O total de ovos vendáveis foi calculada a partir do total de ovos produzidos menos o total dos ovos inviáveis e do super-ovos. Para obter a porcentagem dos ovos vendáveis foi calculada: $(\text{total de ovos vendáveis} \times 100) / (28 \times \text{n}^\circ \text{ de animais})$.

3.2 Qualidade de Ovos

Para a obtenção dos dados médios referente à qualidade externa e interna dos ovos, nos dois últimos dias antes do fim de cada período de 28 dias (ao 27º e 28º), foram coletados três ovos por repetição por dia, totalizando 156 ovos por tratamento as quais foram identificados e analisados individualmente pelo Aparelho Digital Egg Tester (DET6000) (Figura 4). As características analisadas foram: resistência da casca (kgf), coloração da gema, altura de albúmen (mm), unidade Haugh (UH) e espessura de casca (mm).

Figura 4. Qualidade Externa e Interna dos ovos

A: Ovos identificados; B: Aparelho Egg Tester (DET6000): 1 - peso dos ovos (g), 2 - resistência da casca (kgf), 3 - coloração da gema, 4 - altura de albúmen (mm), unidade Haugh (UH) e C: espessura de casca (mm) em paquímetro eletrônico,

Fonte: Autoria Própria

3.3 Morfometria Intestinal

Ao final do experimento, uma ave por parcela foi separada aleatoriamente, pesada e sacrificada por deslocamento cervical. Para a obtenção dos dados de morfometria intestinal foi retirado o trato intestinal das aves na qual foram feitas as avaliações como: pesagem da moela, comprimento do intestino, e posteriormente o intestino foi dissecado e os segmentos duodeno, jejuno e íleo foram separados para a análise da altura das vilosidades e profundidade das criptas (Figura 5). No total foram 52 amostras de cada segmento, totalizando 156 amostras.

Figura 5. Morfometria intestinal

A: Pesagem da moela; B: Comprimento do intestino;
C: Amostras dos segmentos duodeno, jejuno e íleo,
Fonte: Autoria Própria

As amostras dos fragmentos de intestino (duodeno, jejuno e íleo) com aproximadamente, dois centímetros de comprimento foram coletados e fixados em solução de formol a 10% e processados de acordo com as técnicas

rotineiras de histologia (PROPHET et al., 1992). Em seguida, foram preparados cortes histológicos corados em H&E para análise histológica.

Para cada segmento, foram obtidas fotomicrografias digitais à objetiva de 4x, com a utilização de um microscópio (Leica DM500, Leica®) acoplado a câmera digital de alta resolução (Leica ICC50 HD®, Leica®) e software para captura de imagens (Leica Acquire®, Leica®) (Figura 6). Em seguida, foram quantificadas as alturas e profundidades de 10 vilosidades e 10 criptas intestinais, respectivamente, por animal, com auxílio do software ImageJ (NIH, USA). As vilosidades foram selecionadas com base em sua integridade estrutural, e posicionamento do corte histológico, que deve obter corte ao centro da estrutura (ALVARENGA et al., 2004; FONSECA, et al., 2010) (Figura 7).

Figura 6. Fotomicrografia dos segmentos

Figura 7. Altura da vilosidade e Profundidade de cripta

1: Altura da vilosidade e 2: Profundidade de cripta

3.4 Análise Econômica

Os dados experimentais do desempenho produtivo obtidos pela média do período experimental foram utilizados para a realização da análise econômica.

Foram considerados apenas os custos variáveis, ou seja, o custo da ração e custos fixos (manejo, equipamentos e as instalações) foram desconsiderados devido serem iguais para todos os tratamentos. Desta forma, foram avaliadas as variáveis de custo total da ração por ave (CTi), renda total por ave (1 – RTi) e margem bruta (2 - MBi).

O custo total da ração foi obtido a partir da multiplicação do consumo médio de ração pelo seu custo. E o custo total por ave foi calculado a partir do custo total dividido pelo número de aves. Para a obtenção dos custos das rações foram considerados os preços médios mensais históricos pelo período de 10 anos dos ingredientes utilizados para formulação das rações. Os preços mensais dos produtos foram deflacionados pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor (IBGE, 2017), no período fevereiro de 2009 a março de 2018.

Para renda total foi obtida a partir do nº de ovos produzidos (NOi) durante o período experimental e multiplicou pelo preço pago por caixa de ovos (PCAi) e posteriormente dividido por 360 para obtenção do preço por ovo do tratamento. E a renda total por ave foi calculada a partir da divisão da renda total pelo número de animais por unidade experimental.

A margem bruta é a diferença da renda total pelo custo total. E a margem bruta por ave foi calculada a partir da divisão da margem bruta pelo número de aves por unidade experimental.

Para a obtenção da relação CT/RT (3), foi calculada a divisão do custo total pela renda total, sendo que quando mais próxima a 1, menos eficiente é o tratamento.

$$RTi = (NOi) \times PCAi \div 360 \quad (1)$$

$$MBi = RTi - Cti \quad (2)$$

$$CTi/RTi \quad (3)$$

3.5 Análise Estatística

Os resultados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System 9,3 (SAS, 2005). Os dados (variável dependente) que não atenderam a estas premissas foram submetidos à transformação. Os dados originais ou transformados, quando este último procedimento foi necessário, foram submetidos à análise de variância pelo Mixed (PROC MIXED do SAS). A análise de regressão foi empregada para estabelecer a curva que melhor descreve o comportamento dos dados.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da média dos quatro ciclos referente ao desempenho produtivo estão apresentados na (Tabela 2) e da qualidade de ovos estão apresentados na (Tabela 3).

Em relação ao desempenho produtivo, pode-se observar que os níveis de fibra apresentou efeito significativo positivo ($P < 0,05$) sobre o peso e massa de ovos. A característica peso do ovo promoveu resposta através do desvio quadrático, onde os ovos provenientes das aves que receberam níveis de 1,0 e 2,0% de fibra na dieta apresentaram ovos mais pesados quando comparados com as aves alimentadas com dieta controle. A massa de ovos promoveu efeito quadrático, onde o tratamento com nível de 2,0% de fibra na dieta teve a melhor massa de ovos. Esse efeito nas duas características pode ser explicado, pelo fato de quanto maior o peso do ovo maior será a massa de ovos.

Tabela 2. Desempenho produtivo de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra sobre as características de produção de ovos (PO), peso do ovo (PESO), massa do ovo (MO), consumo de ração (CR), conversão alimentar por dúzia (CA/dúzia), conversão por massa de ovo (CA/MO) e ovos vendáveis (OV)

	Níveis (%)				EPM	P-valor	Regressão
	0	0,2	1	2			
PO (ave/dia)	0,98	0,98	0,98	0,98	0,004	0,852	NS
PO (%)	98,34	97,83	97,61	98,39	0,450	0,844	NS
PESO (g)	61,64	60,81	61,73	61,78	0,260	0,048	DQ ¹
MO (g/dia)	60,44	59,26	60,11	60,77	0,340	0,002	Quadrático ²
CR (kg/ave/dia)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,002	0,781	NS
CA/Dúzia (kg/dz)	1,22	1,24	1,24	1,24	0,027	0,736	NS
CA/MO (kg/kg)	1,66	1,70	1,67	1,67	0,040	0,879	NS
OV (%)	96,83	96,76	96,73	96,94	0,390	0,893	NS

EPM: Erro padrão da média; NS: Regressão não significativa ($P > 0,05$); R^2 = coeficiente de determinação.

¹ DQ (Desvio quadrático) $Y = -0,43x^3 + 3,49x^2 - 8,24x + 66,84$ $R^2 = 0,0284$

² $Y = 0,46x^2 - 2,09x + 61,96$ $R^2 = 0,0325$

Pode-se observar que não houve efeito significativo da regressão ($P > 0,05$) para os níveis de fibra para a produção de ovos, consumo de ração, conversão alimentar por dúzia e por massa e ovos vendáveis. Esses resultados foram semelhantes aos encontrados por Araújo et al. (2008b), que ao avaliar quatro níveis de farelo de trigo (0, 3, 6 e 9%) nas rações na fase de produção,

o consumo de ração, produção de ovos e conversão alimentar por dúzia e por massa não foram afetados pela a inclusão do farelo de trigo. Roberts et al. (2007), também não encontrou resultados significativos para a produção de ovos, consumo de ração e conversão alimentar quando se utilizou dietas com inclusão de milho seco destilado granulado, farelo de trigo e casca de soja.

Em relação à qualidade de ovos, pode-se observar que os níveis de fibra apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) sobre a resistência e espessura de casca. Ambas as características promoveram respostas lineares positivas, onde os ovos provenientes das aves que receberam diferentes níveis de fibra na dieta apresentaram melhor resistência e espessura de casca quando comparados com as aves alimentadas com a dieta controle. Embora não ocorrendo diferença estatística, as aves que receberam a inclusão de 0,2% de fibra na dieta apresentaram melhor qualidade de ovos comparados aos demais tratamentos.

Tabela 3. Qualidade de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra sobre as características de altura de albúmen (AA, mm); coloração da gema (CG); unidade Haugh (UH); resistência da casca (RC, kgf) e espessura da casca (EC, mm)

	Níveis (%)				EPM	P-valor	Regressão
	0	0,2	1	2			
AA, mm	8,22	8,38	8,33	8,08	0,150	0,562	NS
CG	5,69	5,72	5,70	5,58	0,110	0,549	NS
UH	89,50	91,12	90,08	88,96	0,820	0,652	NS
RC, kgf	5,02	5,24	5,19	5,21	0,047	0,005	Linear ¹
EC, mm	0,40	0,41	0,41	0,41	0,002	0,007	Linear ²

EPM: Erro padrão da média; NS: Regressão não significativa ($P > 0,05$); R^2 = coeficiente de determinação.

¹ $Y = 0,052x + 5,04$ $R^2 = 0,0232$

² $Y = 0,0025x + 0,40$ $R^2 = 0,0295$

A qualidade da casca dos ovos tem sido considerada a principal preocupação para a avicultura de postura, uma vez que a casca funciona como uma “embalagem” natural (HUNTON, 2004), protegendo o interior do ovo contra invasão de microrganismos, desde a postura, processamento, armazenamento e comercialização (BAIAO, 2007). Esse fato evidencia que, a inclusão de fibra na dieta, a partir dos níveis estudados, pode promover uma melhora positivamente sobre a qualidade de casca dos ovos e assim evitar prejuízos econômicos ao produtor.

Pode-se observar que não houve efeito significativo da regressão ($P>0,05$) para os níveis de fibra para a altura de albúmen, coloração de gema e Unidade Haugh. Esses resultados são semelhantes aos encontrados no estudo realizado pelo Roberts et al. (2007), que usou diferentes tipos de fibras (dieta controle a base de soja e milho, fibra solúvel, farelo de trigo e casca de soja) com redução da proteína bruta (normal e reduzida) em poedeiras e observaram que não houve efeito significativo com a inclusão da fibra na coloração da gema.

Os resultados referentes à morfometria intestinal estão apresentados na (Tabela 4) e da análise econômica estão apresentados na (Tabela 5).

Tabela 4. Morfometria intestinal de poedeiras comerciais alimentadas diferentes níveis de fibra sobre as características de peso da moela (PM, g), comprimento do intestino (CI, cm), altura da vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) e a relação entre a altura de vilosidade e profundidade de cripta (AV:PC)

	Níveis (%)				EPM	P-valor	Regressão
	0	0,2	1	2			
PM, g	20,39	19,30	19,06	20,16	0,580	0,569	NS
CI, cm	143	155	163	160	0,026	0,047	Quadrático ¹
DUODENO							
AV	1627,11	1602,46	1592,52	1538,27	64,780	0,353	NS
PC	220,55	211,95	208,60	204,43	11,510	0,308	NS
AV:PC	7,51	7,65	7,51	7,94	0,350	0,472	NS
JEJUNO							
AV	1055,74	1213,75	1280,07	1209,95	48,060	0,008	Linear ²
PC	151,80	154,22	177,30	163,97	7,990	0,088	NS
AV:PC	7,04	7,94	7,39	7,50	0,330	0,421	NS
ÍLEO							
AV	895,82	858,55	822,27	846,79	39,870	0,274	NS
PC	128,97	101,10	107,10	107,05	4,450	0,005	Quadrático ³
AV:PC	6,94	8,54	7,72	7,75	0,290	0,048	DQ ⁴

EPM: Erro padrão da média; NS: Regressão não significativa ($P>0,05$); R^2 = coeficiente de determinação.

¹ $Y=-0,038x^2+0,25x+1,21$ $R^2=0,3944$

² $Y=53,29x+1055,66$ $R^2=0,0878$

³ $Y=7,08x^2-41,41x+161,38$ $R^2=0,2442$

⁴ DQ (Desvio Quadrático) $Y=0,54x^3-448x^2+11,21x-0,33$ $R^2=0,2094$

Pode-se observar pelos dados apresentados que a inclusão da fibra na dieta apresentou efeito significativo ($P<0,05$) sobre o comprimento do intestino, promovendo resposta com efeito quadrático positivo, onde as aves alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra apresentaram maior comprimento de intestino quando comparados com as aves alimentadas com a

dieta controle. E entre os níveis de fibra utilizados, a dieta com 1,0% apresentou maior comprimento de intestino comparado aos demais. Isso comprova que as aves necessitam de um intestino saudável e que seja capaz de atender as necessidades de digestão, absorção de nutrientes e de defesa. Esse resultado foi semelhante ao estudo realizado pelo Gonzáles-Alvarado et al. (2007), que observaram que a inclusão de fibra na ração de frangos de corte aumenta o pH, o tamanho da moela e o tamanho do intestino. Segundo os mesmos, os resultados obtidos sustentam a hipótese de que os frangos de corte necessitam de uma quantidade mínima de fibra na ração. Da mesma forma que estudos realizados pelo Jiménez-Moreno et al. (2010), observaram que as aves precisam de uma quantidade mínima de fibra na dieta para manter uma boa atividade da moela e funcionalidade do trato gastrointestinal.

Para o peso da moela, não houve efeito significativo da regressão ($P>0,05$) para os diferentes níveis de fibra na dieta. Esse resultado não corrobora ao encontrado pelo Hetland et al. (2003) que, ao incluírem trigo inteiro e raspas de madeira na dieta de aves entre 15 a 29 semanas de idade, verificaram que a fração insolúvel estimulou o desenvolvimento da moela. Entretanto, apesar de não ter efeito significativo, podemos observar que entre os níveis de fibra na dieta, os níveis mais baixos (0,2 e 1,0%) tiveram um menor peso de moela. E isso pode ser justificado, pois quando há uma redução da fibra na dieta o tamanho e o conteúdo da moela são afetados pela falta de estimulação, que é provocada pela presença de partículas maiores e que de alguma forma pode comprometer o desenvolvimento do trato digestório da ave (HETLAND et al., 2004).

Em relação à morfometria intestinal, pode-se observar que não houve efeito significativo de regressão ($P>0,05$) para os níveis de fibra para a altura da vilosidade, profundidade de cripta e nem a relação entre eles no duodeno.

No Jejunó pode-se observar efeito significativo ($P<0,05$) com efeito linear positivo para altura da vilosidade, onde as aves que foram alimentadas com a inclusão de diferentes níveis de fibra na dieta tiveram melhores alturas da vilosidade comparando com as aves alimentadas com a dieta controle, entretanto, entre os níveis de fibra estudados, a dieta com a inclusão de 1,0% apresentou maior altura de vilosidade comparada aos demais níveis. Já na profundidade de cripta e a relação entre a altura da vilosidade e profundidade

de cripta não houve efeito significativo de regressão ($P>0,05$), entretanto, podemos observar que os resultados são muito semelhantes à dieta controle, provando que a inclusão de diferentes níveis de fibra na dieta não diminuiu e nem prejudicou a mucosa intestinal destas aves.

As vilosidades são estruturas importantes no intestino, envolvidas principalmente na absorção de nutrientes (MAZZUCO, 2014). Segundo estudos realizados por Loddi (2003), foi avaliada inclusão de 0,1% de fibra em dietas de frangos de corte, relatando que nas aves que se alimentaram com essa dieta, os vilos eram mais altos e com maior perímetro, comparados com as aves que consumiram dieta controle. Tais incrementos são importantes, uma vez, que as vilosidades desempenham papel importante na absorção de nutrientes no intestino delgado, proporcionando maior superfície de contato (GARTNER e HIATT, 2001).

No Íleo podemos observar efeito significativo ($P<0,05$) na profundidade de cripta e a relação entre AV:PC. A profundidade de cripta promoveu resposta com efeito quadrático, onde as aves alimentadas com dieta controle tiveram uma melhor profundidade de cripta. E mesmo não tendo efeito significativo, estatisticamente a altura da vilosidade da dieta controle foi maior em relação à dieta com diferentes níveis de fibra, assim, quanto maior a vilosidade, maior será a proliferação celular, justificando criptas maiores ou mais profundas. Na relação entre AV:PC promoveu resposta através do desvio quadrático, onde inversamente a profundidade de cripta, apresentou melhores resultados com a inclusão de diferentes níveis de fibra na dieta comparado a dieta controle, entretanto, entre os níveis de fibra estudados, a dieta com a inclusão de 0,2% foi maior que os outros níveis. É importante saber que a relação desejável entre as vilosidades e as criptas ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a relação entre eles, melhor será a absorção de nutrientes e consequentemente ocorrerão menores perdas energéticas com a renovação celular (ARRUDA et al., 2008).

Esse comportamento nos resultados pode estar relacionado com a função prioritária dos diferentes segmentos (RUTZ, 2002), uma vez que as vilosidades em cada segmento são diferentes entre si (BOLELI et al., 2002). Além disso, nas aves, grandes quantidades de carreadores de membrana estão localizadas no íleo, o que o torna o principal sítio de absorção de

aminoácidos (RUTZ, 2002) e justifica o comportamento diferente do íleo em relação ao duodeno e jejuno.

No contexto nutricional, a fibra vem sendo valorizada entre os pesquisadores, na busca de favorecer uma adequação nutricional e possível redução de custos nas dietas. Partir disso foi realizado a viabilidade econômica das rações em que os dados utilizados foram em função da produção de ovos sobre a inclusão de diferentes níveis de fibra. Os valores estão apresentados em real e para esta moeda foi realizada de acordo com uma série histórica de 10 anos entre os anos de 2009 a 2018.

Em relação à análise econômica, pode-se observar que houve efeito significativo na regressão ($P < 0,05$), nas variáveis: custo total, custo total por ave e entre o custo total sobre a renda total. As três variáveis promoveram efeito quadrático, onde as aves que receberam dietas com a inclusão de 0,2% de fibra apresentaram resultados iguais à dieta controle. Isso comprova que a inclusão da fibra na dieta de poedeiras é viável economicamente, uma vez que o seu uso equivale à dieta controle. E mesmo que não houvesse efeito significativo para os demais níveis, o uso da fibra pode ser uma alternativa benéfica na falta de um subproduto na dieta, uma vez que, os maiores custos em um sistema produtivo estão alocados na alimentação dessas aves.

Tabela 5. Análise econômica da produção de ovos de poedeiras comerciais alimentadas com diferentes níveis de fibra

	Níveis (%)				EPM	P-valor	Regressão
	0	0,2	1	2			
Custo Total	0,30	0,30	0,34	0,38	0,007	<,0001	Quadrático ¹
Custo Total/Ave	0,03	0,03	0,04	0,04	0,001	<,0001	Quadrático ²
Renda Total	123,12	122,48	122,22	122,89	0,590	0,625	NS
Renda Total/Ave	15,39	15,31	15,28	15,40	0,070	0,845	NS
Margem Bruta	122,82	122,18	121,88	122,51	0,580	0,554	NS
Margem Bruta/Ave	15,35	15,27	15,23	15,35	0,070	0,761	NS
CT/RT	0,0025	0,0025	0,0027	0,0030	0,000	0,0345	Quadrático ³

EPM: Erro padrão da média; NS: Regressão não significativa ($P > 0,05$); R^2 = coeficiente de determinação.

CT/RT: Custo total sobre a renda total

¹ $Y = 0,0012x^2 - 0,0026x + 0,038$ $R^2 = 0,2834$

² $Y = 0,0097x^2 - 0,020x + 0,31$ $R^2 = 0,2810$

³ $Y = 0,000053x^2 - 0,00012x + 0,0026$ $R^2 = 0,0845$

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que a inclusão de 1,0 e 2,0% de fibra na dieta de poedeiras pode causar efeitos positivos sobre os parâmetros de desempenho produtivo, na qualidade de ovos e no desenvolvimento da mucosa intestinal, podendo ser considerada uma alternativa benéfica na falta de um subproduto. Entretanto, do ponto de vista econômico a inclusão de 0,2% de fibra na dieta se torna mais viável, uma vez que se equivale aos resultados da dieta controle.

6 REFERÊNCIAS

AACC - AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. The definition of dietary fiber. **Cereal Foods World**, St. Paul, v.46, n.3, p. 112-126, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). Relatório Anual 2017. Disponível em: <

ALVARENGA, B.O.; BELETTI, M.E.; FERNANDES, E.A.; SILVA, M.M.S.; BORGES, L.F.; RAMOS, S.P. Efeitos de fontes alternativas de fósforo nas rações de engorda e abate sobre a morfologia intestinal de frangos de corte. **Bioscience Journal**, v.20, p.55-59, 2004.

AMARAL, L.M.M. **Efeito dos teores de energia e fibra bruta sobre o desenvolvimento do sistema digestório, qualidade dos ovos e desempenho de poedeiras leves, da fase de crescimento ao pico de produção**. 2014. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

AMERAH, A., RAVINDRAN, V. e LENTLE, R.G. Influence of wheat hardness and xylanase supplementation on the performance, energy utilisation, digestive tract development and digesta parameters of broiler starters. **Animal Production Science** 49: 71–78, 2009.

AMERAH, A.M.; RAVINDRAN, V.; LENTLE, R.G. Influence of insoluble fiber and whole wheat inclusion on the performance, digestive tract development and ileal microbiota profile of broiler chickens. **British Poultry Science.**, v.50, p.366-375, 2007.

ARAUJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; ARAUJO, J.A.; TEIXEIRA, E.N.M.; FILHO, J.J.; RIBEIRO, M.L.G. Farelo de trigo na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de recria. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.67-72, 2008a.

ARAUJO, D.M.; SILVA, J.H.V.; MIRANDA, E.C.; ARAUJO, J.A.; COSTA, F. G. P. TEIXEIRA, E. N. M. Farelo de trigo e complexo enzimático na alimentação de poedeiras semipesadas na fase de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.843-848, 2008b.

ARRUDA, A.M.V., FERNANDES, R.T.V., SILVA, J.M., LOPES, D.C. Avaliação morfo-fisiológica da mucosa intestinal de coelhos alimentados com diferentes níveis e fontes de fibra. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.2, p.01-11, 2008.

ARRUDA, A.M.V.; LOPES, D.C.; FERREIRA, W.M.; ROSTAGNO, H.S.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, E.S.; SILVA, J.F.; JHAM, G.N. Atividade microbiana cecal e contribuição da cecotrofia em coelhos com rações contendo diferentes níveis de amido e fontes de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.891-902, 2003.

ARTONI, S. M. B. **Anatomia do sistema digestório das aves**. In: Curso de Fisiologia da Digestão e Metabolismo de Nutrientes em Aves, UNESP Jaboticabal, out. 2004. 1 CD-ROM.

BAIÃO, N.C., LARA, L.J.C., ROCHA, J.S.R. **Anais...** Simpósio Técnico. Camboriu. SC. P 11-24, 2007.

BACHA, W.J.J.; BACHA, L.M. Digestive system. In: _____. **Color atlas of veterinary histology**. 2.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000. cap. 13, p. 119-162.

BACH KNUDSEN, K. E. The nutritional significance of “dietary fibre” analyses. **Animal Feed Science and Technology**, v. 90, n. 1-2, p. 3-20, mar. 2001.

BOLELI, I.C., MAIORKA, A., MACARI, M. **Estrutura funcional do trato digestório**. In Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002.

CATALANI, L. A. et al. Fibras alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, v. 18, n.4, p.178-182, 2003.

CUNNINGHAM, J.G. **Tratado de fisiologia veterinária**. 3ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

DAVIDSON, M.; MCDONALD, A. Fibre: forms and functions. **Nutrition Research**, v.18, n. 4, p. 617- 662, abr. 1998.

DENBOW, D.M., Gastrointestinal anatomy and physiology, In: WHITTOW, G.C. **Sturkie's Avian Physiology**. Academic Press, fifth edition, San Diego, 2000. p.298-341.

EROSCHENKO, V. **Atlas of histology: with functional correlations**. 11.ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008. 532 p.

FIETZ, V. R.; SALGADO, J. M.. Efeito da pectina e da celulose nos níveis séricos de colesterol e triglicerídeos em ratos hiperlipidêmicos. **Revista Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, v. 19. n. 3. Campinas, set./dez. 1999

FONSECA BB; BELETTI ME; SILVA, MS; SILVA, PL; DUARTE, IN; ROSSI DA. Microbiota cecal, morfometria do íleo, pH do ingluvío e desempenho zootécnico de frangos de corte sob suplementação com probióticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.39 no.8, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000800018>

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê de fibras alimentares. **Revista-FI**. n. 3, p. 42-65, 2008. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/materias/63.pdf>>. Acesso em: 12 de Junho de 2018.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, D.; LAZARO, R.; MATEOS, G.G. Effect of inclusion of oat hulls and

sugar beet pulp in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from 1 to 42 days of age. **Animal Feed Science Technology**, v.162, p.37-46, 2010.

GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LAZARO, R.; MATEOS, G.G. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal, and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. **Poultry Science**, v.86, p.1705-1715, 2007.

HÁ, M.A.; JARVIS, M.C.; MANN, J.I. A definition for dietary fiber. **European Journal of Clinical Nutrition**. 200; 54:861-4.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; , H.; CHOCT. Role of insoluble fiber on gizzard activity in layers. **Journal of Applied Poultry Research**. V. 14, p.38-46, 2005.

HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. *World's Poultry Science*. v.60, p.415-422, 2004.

HETLAND, H.; SVIHUS, B.; KROGDAHL, A. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**, v.44, p.275-282, 2003.

HUNTON, P. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 7, n. 2, p. 67-71, Apr./Jun. 2005.

ITO, N. M. K.; MIYAJI, C. I.; LIMA, E. A.; OKABAYASHI, S. Saúde gastrointestinal, manejo e medidas para controlar as enfermidades gastrointestinais. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de frangos de corte**. FACTA: Campinas, São Paulo, 2004, cap. 13, p.205-260, 2004.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; CHAMORRO, S.; FRIKHA, M.; LAZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of increasing levels of pea hulls in the diet on productive performance and digestive traits of broilers from one to eighteen days of age. **Animal Feed Science Technology**, v.168, p.100-112, 2011.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, D.; LAZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of type and particle size of dietary fiber on growth performance and digestive traits of broilers from 1 to 21 days of age. **Poultry Science**, v. 89, p. 2197-2212, 2010.

JIMÉNEZ-MORENO, E.; GONZÁLEZ-ALVARADO, J.M.; COCA-SINOVA.; LAZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of source of fibre on the development and pH of the gastrointestinal tract of broilers. **Animal Feed Science Technology**, v.154, p.93-101, 2009a.

KRIMPEN, M.M.V.; KWAKKEL, R.P.; ANDRÉ, G.; VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.; DEN HARTOG, L.A.; VERSTEGEN, M.V. Effect of nutrient

dilution on feed intake, eating time and performance of hens in early lay. **British Poultry Science**, v.48, n.4, p.389-398, 2007.

LANGHOUT, D.J. **The role of intestinal flora as affected by non-starch polysaccharides in broiler chicks**. Ph. Thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands 162 pp., 1998.

LIMA, S.B.P. **Levedura de cana-de-açúcar (*saccharomyces cerevisiae*) na alimentação de frangos de corte**. (Tese). Recife (PE): Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2010.

LODDI, M. M. **Probióticos, prebióticos e acidifi cante orgânico em dietas para frangos de corte**. 2003, 52 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Jaboticabal, 2003.

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. **Fisiologia aplicada a frango de corte**. Jaboticabal: Funep/Unesp, 1994. 296p.

MAIORKA, A. SILVA, A.V.F. SANTIN, E. BORGES, A.S. BOLELI, I.C. MACARI, M. Influência da suplementação de glutamina sobre o desempenho e o desenvolvimento de vilos e criptas do intestino delgado de frangos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, n.52, v.5, p. 487 – 490, 2000.

MAIORKA, A. Impacto da saúde intestinal na produtividade avícola. In: V Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2004, Chapecó. **Anais...** p.119-129.

MATEOS, G.G.; JIMÉNEZ-MORENO. E.; SERRANO, M.P.; LÁZARO, R.P. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics. **Journal of Applied Poultry Research**. 21:156–174. 2012.

MAZZUCO, H. Nutrição em foco na saúde intestinal das poedeiras. **Revista Avicultura Industrial**, Edição 1230, n.02, p.18-27, 2014

MONTAGNE, L.; PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J. A review of interactions between dietary fiber and the intestinal mucosa and their consequences on digestive health in Young non-ruminant animal. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.108, n.1-4, p.95-117, 2003.

MORGADO, E.; GALZERANO, L. A importância dos carboidratos na alimentação. **REDVET – Revista Eletrônica de Veterinária**: 2008, Vol. IX, Nº 10. Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101008.pdf>. Acesso em 15 out. 2009

PALENZUELA, P.R.; GARCIA, J.; BLAS, C. **Fibra soluble y su implicación en nutrición animal: enzimas y probióticos**. In: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Barcelona: FEDNA, p. 227-240, 1998.

- POURCHET-CAMPOS, M. A. **Fibra: a fração alimentar que desafia a estudiosos**. Alimentos e Nutrição, São Paulo, v. 2, p. 53-63, 1990.
- POTTGUETER, R. Fiber in Layer's Feed – A Practical Approach based on Raw Materials' Varying Patterns. In: Congresso latinoamericano de avicultura, 22, 2011, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires: [s.n.] 2011.
- PROPHET, E.B; MILLS, B.; ARRIGONGTON, J.B.; SOBIN, L.H. **Laboratory Methods in Histotechnology**. Armed Forces Institute of Pathology; Washington DC, 1992.
- REECE, W. O. D. - **Fisiologia dos Animais Domésticos**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. 942p.
- ROBERTS, S. A. et al. Effects of dietary fiber and reduced crude protein on ammonia emission from laying-hen manure. **Poultry Science**. 86:1625–1632, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F. de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, R.S.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. – Viçosa, MG: UFV, DZO, 2011, 252p.
- RUTZ, F. Proteínas: digestão e absorção. In: MACARI, M. et al. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2. ed. Jaboticabal: Funep, 2002. p. 135-141.
- SANTOS JUNIOR, J.C.M. Laxantes e Purgativos: O Paciente e a Constipação Intestinal. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, v.23, n.2, p.130-140, 2003.
- STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (SAS). V. 9. 1. 3, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2005.
- SCHEIDELER, S.E.; JARONI, D.; PUTHPONGSIRIPRON, U. Strain, fiber source, and enzyme supplementation effects on pullet growth, nutrient utilization, gut morphology, and subsequent layer performance. **Journal of Applied Poultry Research**, v.7, p.359-371, 1998.
- SILVA, L.M; GERALDO, A; VIEIRA FILHO, J. A; MACHADO, L. C; BRITO, J. A. G; BERTECHINI, A. G. Associação de carboidrase e fitase em dietas valorizadas para poedeiras semipesadas. **Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá**, v. 34, n. 3, p. 253-258, 2012.
- SMITS, C. H. N. e ANNISON, G. Non-starch plant polysaccharides in broiler nutrition-towards a physiologically valid approach to their determination. **World's Poultry Science Journal**, London, v. 52, n.2, p. 203-221, July 1996.
- SVIHUS, B. The gizzard: Function, influence of diet structure and effects on nutrient availability. **World's Poultry Science Journal**, v.67, p.207-224, 2011.

THEUWISSEN, E; MENSINK, R. P. Water-soluble dietary fibers and cardiovascular disease. **Physiology & Behavior**, v. 94, n. 2, p. 285–292, Maio 2008.

TROMBETA, C.; GUTKOSKI, L. C. Avaliação dos teores de fibras alimentar e de betglicanas em cultivares de aveia. **Ciência Tecnologia dos Alimentos**. v. 19, n. 3, Campinas, set./dez. 1999.

VAN KRIMPEN, M. M.; KWAKKEL, R. P.; VAN PEET-SCHWERING, C. M. C.; DEN HARTOG, L. A.; VERSTEGEN, M. W. A. Effects of nutrient dilution and nonstarch polysaccharide concentration in rearing and laying diets on eating behavior and feather damage of rearing and laying hens. **Poultry Science**., v.88, p. 759–773, 2009.

VAN LEEUWEN, P. **Significance of combined Nutritional and morphological prececal parameters for feed evaluation in non-ruminants**. Tese de Doutorado, Wageningen University, Holanda, 153pp, 2002.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Cambridge, v.74, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, SÉRGIO LUIZ. Carboidratos: Digestão e Absorção. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. 2. Ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.125-133, 2002.

7 ANEXO

7.1 ANEXO A: Certificado do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Comitê de Ética em Pesquisa da FZEA

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Níveis de Fibra na dieta de poedeiras leves", protocolada sob o CEUA nº 4620221217, sob a responsabilidade de **Lúcio Francelino Araújo e equipe; Brunna Garcia de Souza Leite** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo - FZEA/USP (CEUA/FZEA) na reunião de 31/01/2018.

We certify that the proposal "Fiber levels in the diet of light laying hens", utilizing 416 Birds (416 females), protocol number CEUA 4620221217, under the responsibility of **Lúcio Francelino Araújo and team; Brunna Garcia de Souza Leite** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the School of Animal Science and Food Engineering - (São Paulo University) (CEUA/FZEA) in the meeting of 01/31/2018.

Finalidade da Proposta: **Pesquisa (Acadêmica)**

Vigência da Proposta: de **01/2018 a 04/2018** Área: **Nutrição Animal/zaz**

Origem: **Animais provenientes de estabelecimentos comerciais**

Espécie: **Aves**

sexo: **Fêmeas**

Idade: **24 a 40 semanas** N: **416**

Linhagem: **Lohmann**

Peso: **1300 a 1800 g**

Resumo: A avicultura de uma forma geral tem alcançado resultados marcantes nos últimos anos, devido ao progresso e estudos em todas as áreas, como: a nutrição, genética, manejo, sanidade e a ambiência, sendo considerada uma atividade altamente competitiva no mercado de carne e ovos. Porém, dentre essas áreas, a nutrição tem se destacado, com o aparecimento de alternativas de incremento da produção, principalmente na otimização da utilização dos nutrientes nas rações, diminuindo os custos e permitindo uma melhor utilização dos ingredientes, mesmo que a presença de fatores antinutricionais. Os efeitos de dietas fibrosas sobre a fisiologia digestiva dos animais estão cada vez gerando interesse, principalmente nos monogástricos, onde o conhecimento dos microrganismos envolvidos na quebra da fibra é ainda limitado. De modo geral, pouca importância tem sido atribuída à fibra na nutrição das aves, não havendo recomendações mínimas de teores de fibra nos manuais das linhagens ou nas tabelas de instituições de pesquisa. Entretanto, pesquisas realizadas mostram resultados onde se tem sugerido a inclusão moderada de fibra na ração e que são capazes de trazer benefícios no desenvolvimento do trato digestório na fase de desenvolvimento e, conseqüentemente, proporcionar maior capacidade de consumo de ração durante a fase de produção.

Local do experimento: Aviário Experimental do Laboratório de Pesquisa em Aves da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo. As aves serão criadas em galpão de alvenaria, equipado com gaiolas metálicas de postura convencionais de dimensões de 1,0 m x 0,45 m x 0,45 m, dispostas em duas fileiras sobrepostas (sistema piramidal). Cada gaiola tem um bebedouro tipo nipple (taça) e o comedouro tipo calha frontal externo.

Pirassununga, 07 de fevereiro de 2018

Prof. Dra. Daniele dos Santos Martins
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP

Prof. Dra. Cristiane Gonçalves Titto
Vice-Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo - FZEA/USP