



MATHEUS TERRA ABREU

**INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FIBRA INSOLÚVEL NO
BEM-ESTAR DE POEDEIRAS COMERCIAIS EM DOIS
SISTEMAS DE CRIAÇÃO**

**LAVRAS- MG
2020**

MATHEUS TERRA ABREU

**INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FIBRA INSOLÚVEL NO BEM-ESTAR DE
POEDEIRAS COMERCIAIS EM DOIS SISTEMAS DE CRIAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Édison José Fassani

Orientador

LAVRAS-MG

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo (a) próprio(a) autor(a).

Abreu, Matheus Terra.

Influência da utilização de fibra insolúvel no bem-estar de
poedeiras comerciais em dois sistemas de criação / Matheus Terra
Abreu. - 2020.

52 p. : il.

Orientador(a): Édison José Fassani.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2020.

Bibliografia.

1. Poedeiras. 2. Lignocelulose. 3. Bem-estar. I. Fassani, Édison
José. II. Título.

MATHEUS TERRA ABREU

**INFLUÊNCIA DA UTILIZAÇÃO DE FIBRA INSOLÚVEL NO BEM-ESTAR DE
POEDEIRAS COMERCIAIS EM DOIS SISTEMAS DE CRIAÇÃO**

***INFLUENCE OF INSOLUBLE FIBER SUPPLEMENTATION ON THE WELFARE OF
COMMERCIAL LAYING HENS IN TWO REARING SYSTEM***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de janeiro de 2020.

Prof. Dr. Édison José Fassani	UFLA
Prof. Dr. Adriano Geraldo	IFMG
Prof. Dr. Nelson Henrique de Almeida Curi	UNILAVRAS

Prof. Dr. Édison José Fassani
Orientador

LAVRAS-MG

2020

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade concedida para realização do mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo auxílio nos custos deste experimento, pelo protocolo PPM 638-16.

Ao Professor Édison José Fassani, pelos conhecimentos transmitidos desde a graduação, pela orientação, confiança e por possibilitar a realização desse trabalho.

Ao Professor Nelson Curi, pela disponibilidade em participar da avaliação do trabalho, e pela ajuda na conclusão dessa etapa.

Ao Professor Adriano Geraldo por aceitar prontamente na participação da banca de avaliação e pelas contribuições nesse trabalho.

RESUMO GERAL

A bicagem das penas entre as poedeiras continua a ser um dos principais problemas enfrentados pela indústria avícola moderna, pois está associado ao canibalismo, um comportamento relevante que deprime o bem-estar das aves e causa prejuízos econômicos para a granja. O uso da lignocelulose em dietas para aves vem ganhando destaque nas pesquisas, pois contribui com a melhoria da capacidade de ingestão e de digestão dos alimentos, qualidade de cama, além de estar relacionada ao bem-estar das poedeiras. Foi hipotetizado que a inclusão de fibras insolúveis na dieta aumenta o comportamento relacionado à alimentação, prolongando a saciedade, reduzindo a bicagem das penas e melhorando a condição de empenamento e bem-estar das aves. Portanto, esse experimento foi conduzido para investigar os efeitos da inclusão de fibra insolúvel (lignocelulose) na dieta de poedeiras, em dois sistemas de criação: sistema de gaiolas convencional e sistema alternativo tipo *free-range*, sobre o dano de penas (escore de empenamento), desempenho das aves, qualidade de ovo, comportamento e parâmetros fisiológicos. Foram utilizadas 360 galinhas poedeiras semipesadas (Hisex Brown), em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos em esquema fatorial 2x2. Os tratamentos foram: Tratamento 1= 0,0% de lignocelulose na ração e poedeiras em sistema *free-range*; Tratamento 2= 1,0% de lignocelulose na ração e poedeiras em sistema *free-range*; Tratamento 3= 0,0% de lignocelulose na ração e poedeiras em gaiolas; Tratamento 4= 1,0% de lignocelulose na ração e poedeiras em gaiolas. Cada nível de inclusão de fibra foi aplicado em seis repetições, a repetição no sistema *free range* foi constituída por um piquete com 24 aves, e no sistema de gaiola foi composta por 12 aves, abrigadas em duas gaiolas, contendo 06 aves cada. As aves receberam ração do tipo farelada e balanceada seguindo as recomendações nutricionais do manual da linhagem, tendo como base o milho moído e o farelo de soja, água e ração disponíveis *ad libitum*. Foram avaliados os parâmetros de desempenho e qualidade de ovos, comportamento alimentar e de socialização entre as aves através de filmagem, parâmetros fisiológicos como relação heterófilo: linfócito e corticosterona sérica, e o escore de empenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos comparados pelo teste F a 5% de probabilidade. As aves no sistema *free-range* apresentaram maior produção de ovos, consumo de ração e melhor conversão alimentar do que as poedeiras mantidas em gaiolas. O peso dos ovos foi influenciado pela inclusão de fibra na dieta, as aves em sistema de gaiolas apresentaram ovos mais pesados, já as aves no sistema *free-range* obtiveram ovos mais pesados sem a inclusão da fibra. A densidade dos ovos foi maior quando as aves foram mantidas em gaiolas. Foi verificado que as poedeiras em sistema *free-range* apresentaram melhor escore de empenamento e menor relação heterófilo: linfócito, em relação às aves em gaiolas. A concentração de corticosterona plasmática foi menor na dieta com inclusão de fibra, independente do tipo de sistema de criação. Os comportamentos bicagem severa e bicagem gentil foram mais frequentes nas aves mantidas em gaiola e consumindo uma dieta sem inclusão de fibras. E as aves mantidas em sistema *free-range* apresentaram maior variedade de comportamento inerente à espécie, independente da inclusão de fibra na dieta.

Palavras-chave: Bicagem de penas. Comportamento. Escore de empenamento. *Free-range*. Lignocelulose.

RESUMO GRÁFICO



Inclusão de lignocelulose (fibra insolúvel) na ração de poedeiras criadas em gaiolas em sistema alternativo, chamado de *free-range*. A inclusão de fibra insolúvel na ração das galinhas pode aumentar a saciedade por aumentar o tempo de retenção do alimento na moela. Com isso, pode haver redução da bicagem de penas entre as aves e consequente melhora no bem-estar das poedeiras.

RESUMO INTERPRETATIVO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a inclusão de lignocelulose, uma fonte de fibra insolúvel, na ração de galinhas de postura em dois sistemas de criação: gaiolas ou sistema alternativo (*free-range*). A lignocelulose é capaz de aumentar o tempo de retenção do alimento na moela das aves, promovendo uma maior sensação de saciedade. Essa saciedade provocada pela inclusão da fibra pode reduzir a bicagem de penas entre as aves, considerado um grande problema dentro da avicultura atual.

A lignocelulose foi incluída em 1% da dieta nos dois tipos de sistemas e comparada à uma ração sem inclusão de nenhum tipo de fibra, o experimento teve duração de 21 dias e foram avaliados: desempenho das aves, qualidade dos ovos, escore de empenamento, corticosterona plasmática, relação heterófilo: linfócito e comportamento das aves.

As aves no sistema *free-range* apresentaram maior produção de ovos, consumo de ração e melhor conversão alimentar do que as poedeiras mantidas em gaiolas. O peso dos ovos foi influenciado pela inclusão de fibra na dieta, as aves em sistema de gaiolas apresentaram ovos mais pesados, já as aves no sistema *free-range* obtiveram ovos mais pesados sem a inclusão da fibra. A densidade dos ovos foi maior quando as aves foram mantidas em gaiolas. Foi verificado que as poedeiras em sistema *free-range* apresentaram melhor escore de empenamento e menor relação heterófilo: linfócito, em relação às aves em gaiolas. A concentração de corticosterona plasmática foi menor na dieta com inclusão de fibra, independente do tipo de sistema de criação. Os comportamentos bicagem severa e bicagem gentil foram mais frequentes nas aves mantidas em gaiola e consumindo uma dieta sem inclusão de fibras. E as aves mantidas em sistema *free-range* apresentaram maior variedade de comportamento inerente à espécie, independente da inclusão de fibra na dieta.

GENERAL ABSTRACT

The pecking of feathers among laying hens remains one of the main problems faced by the modern poultry industry as it is responsible for cannibalism, a relevant behavior that depresses the welfare of the laying hens and causes economic losses to the farm. The use of lignocellulose in animal diets has been gaining prominence in research, as it contributes to the improvement of feed ingestion and digestion capacity, and may be related to the well-being of laying hens. It was hypothesized that the inclusion of insoluble fibers in the diet increases feed related behavior, prolonging satiety, reducing feather pecking and improves the feathering condition and welfare. Therefore, this experiment was conducted to investigate the effects of the inclusion of insoluble fiber (lignocellulose) in laying diet in two rearing systems: conventional cage system and free-range alternative system on feather damage (feathering score), poultry performance, egg quality, food and social behavior, and physiological parameters. A total of 360 semi-heavy laying hens (Hisex Brown) were used, the experimental design was completely randomized with four treatments in a 2x2 factorial scheme. The treatments were: Treatment 1 = 0.0% lignocellulose in the diet and laying hens in a free-range system; Treatment 2 = 1.0% lignocellulose in the diet and laying hens in a free-range system; Treatment 3 = 0.0% lignocellulose in the feed and laying in cages; Treatment 4 = 1.0% lignocellulose in the feed and laying in cages. Each fiber inclusion level was applied in six replications, the free range replication consisted of a picket with 24 layers, and the cage system was composed of 12 laying, housed in two cages containing six laying hens each. The laying hens were fed a balanced diet according to the nutritional recommendations of the lineage manual, based on ground corn and soybean meal, water and feed available *ad libitum*. It was evaluate: hen performance, egg quality, feeding behavior and socialization among hens through filming, physiological parameters indicative of welfare as a heterophile:lymphocyte and serum corticosterone, and feather damage score. The data were submitted to analysis of variance and when significant compared by the F test at 5% probability. Free-range hens had higher egg production, feed intake and better feed conversion than laying hens kept in cages. Egg weight was influenced by the inclusion of fiber in the diet, with fiber inclusion the birds in cage system presented heavier eggs, and without the fiber inclusion the birds in the free-range system obtained heavier eggs. The egg density was higher when the birds were kept in cages. It was verified that the laying hens in free range system presented better warping score and lower heterophile:lymphocyte ratio, compared to hens in cages. Plasma corticosterone concentration was lower in the diet with fiber inclusion, regardless of the type of rearing system. The severe pecking and gentle pecking behaviors were more frequent in hens kept in a cage system and consuming a diet without fiber inclusion. Laying hens kept in a free-range system presented a greater variety of behavior inherent to the species, regardless of the inclusion of fiber in the diet.

Keywords: Feather pecking. Behavior. Feathering score. Free-range. Lignocellulose.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Bem-estar na Avicultura de Postura	12
2.2	Comportamento das Aves e os Gatilhos para Bicagem de Penas	15
2.3	Sistemas de Criação de Poedeiras	17
2.3.1	Sistema Convencional De Criação	18
2.3.2	Sistemas Alternativos de Criação	19
2.4	Fibras na dieta de Poedeiras	22
3	MATERIAL E MÉTODOS	27
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1	Desempenho das aves	33
4.2	Qualidade dos ovos	35
4.3	Parâmetros de bem-estar das aves	37
4.4	Comportamento das aves	42
5	CONCLUSÕES	45
	REFERÊNCIAS	46

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o bem-estar dos animais de produção é crescente no meio científico e entre os consumidores dos produtos de origem animal. Dentre os setores produtivos, a avicultura de postura tem grande destaque nesse cenário. A forma convencional de criação das poedeiras em gaiolas, e o longo período de produção das galinhas são pontos críticos no bem-estar desses animais, com isso, novos sistemas de criações estão ganhando destaque nas pesquisas.

Dentre os sistemas alternativos atualmente utilizados, o *free-range* permite que as aves expressem seus comportamentos naturais fora da gaiola, além de fornecer acesso a uma área externa de piquete. Contudo, estudos sobre os sistemas alternativos são fundamentais para garantir que a atividade avícola seja lucrativa.

Um dos grandes problemas enfrentados na avicultura de postura é a bicagem de penas entre as aves, esse comportamento pode causar morte por hemorragia e desencadear processos inflamatórios e infecciosos. Alguns estudos sugerem que esse comportamento é um reflexo do ato de ciscar e de forragear. Entretanto, quando as aves são criados em gaiolas e, portanto não são capazes de ciscar e forragear, esses comportamentos são refletidos bicando as penas de outras aves que estão na gaiola. Assim, a bicagem de penas resulta na redução do empenamento e maior exposição da pele a novas bicadas, podendo levar comportamento de canibalismo e morte de algumas aves.

A prática de debicagem é comum e largamente utilizada para reduzir o comportamento de canibalismo e de seleção de partículas da ração pelas aves, entretanto existem consumidores que zelam pelo bem-estar das poedeiras e demonstram certo descontentamento com o manejo da debicagem, gerando pressão nas indústrias que refletem na cadeia produtiva. Na Finlândia, Noruega e Suécia, a debicagem é proibida, e na Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Suíça e Reino Unido a prática é rigidamente regulamentada. Dessa forma, manejos alternativos ao da debicagem devem ser estudados para acompanhar a tendência e exigência do mercado, além de proporcionar melhores condições de vida para esses animais durante seu ciclo produtivo.

A inclusão de fibras na dieta de aves poedeiras ainda é pouco estudada no Brasil, portanto dados sobre alimentos ou ingredientes fibrosos e principalmente sobre o nível de inclusão são escassos, quando comparados a estudos desenvolvidos em países Europeus.

As fibras insolúveis podem aumentar a sensação de saciedade, e com isso reduzir o estresse e o comportamento de canibalismo entre as aves. Os sistemas alternativos de criação

apresentam relatos de índices de estresse menores que os sistemas convencionais, porém não existem dados publicados que comparam diferentes sistemas de produção e o uso concomitante de fibra insolúvel na dieta na tentativa de manter os animais de alta produção menos estressados, mesmo criados em gaiolas.

A lignocelulose é um produto com alto nível de fibra bruta (65-68%) que tem a capacidade de aumentar o teor de fibra bruta em uma ração exclusivamente com polissacarídeos não amiláceos insolúvel. Além disso, exige relativamente pouco espaço na formulação (inclusão de 0,8-1,0%), além de ser mais segura (menor risco de contaminação por micotoxinas) quando comparada à ingredientes alternativos que são comumente utilizados como fonte de fibra na dieta de poedeiras, como o farelo de trigo e a casca de aveia.

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a inclusão de lignocelulose na dieta de poedeiras comerciais criadas em dois sistemas de criação sobre o bem-estar, índices produtivos das aves e de qualidade dos ovos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Bem-estar na Avicultura de Postura

A preocupação com o bem-estar das galinhas poedeiras (*Gallus gallus domesticus*) vem ganhando força em nível mundial, uma vez que é crescente o número de consumidores de ovos que se preocupam com a forma como os animais são criados durante seu ciclo produtivo e com o consumo de produtos considerados mais saudáveis (ALM et al., 2016).

Na Europa desde a década de 60 o bem-estar das aves tem destaque e os sistemas de gaiolas convencionais foram questionados quanto à restrição de movimento, e pelo fato de certos padrões de comportamento natural das galinhas poedeiras serem afetados pelo pequeno espaço (como ciscar, empoleirar, bater asas, etc) (MENCH et al., 2011). Dessa forma, seguindo a preocupação do público, as gaiolas convencionais para as galinhas poedeiras foram proibidas na União Europeia em 2012 e apenas permitidos sistemas de gaiolas enriquecidas ou sistemas livres de gaiola, tais como *cage-free*, *free-range* e produção orgânica (Diretiva da UE 1999/74/ CE). Essa medida teve grande destaque no cenário de bem-estar das aves e gerou ainda mais questionamentos sobre a forma de criação e manejos adotados na avicultura de postura.

No Brasil, a preocupação acerca do bem-estar dos animais de produção ainda é limitada, principalmente pela falta de conhecimento dos consumidores sobre a cadeia produtiva do alimento que consomem (SILVA e BORGES, 2015), e pelo fato de que os produtos que atendem o bem-estar animal possuem preço mais elevado, comparado aos demais. Fato comprovado por uma pesquisa realizada pela *World Animal Protection*, onde foi verificado que dois em cada três brasileiros desconhecem a maneira como se cria os animais de produção, e ainda que, o atributo produção com bem-estar animal figura em 6ª posição nos quesitos de exigência dos consumidores entrevistados. Entretanto, a pesquisa também evidenciou que os jovens de 18 a 29 anos, no geral, tem maior interesse no assunto bem-estar animal. (WSPA, 2016), o que evidencia uma tendência de aumento na procura de produtos com certificação para bem-estar na produção.

De acordo com a União Brasileira de Avicultura (UBA, 2008) para atender ao bem-estar das aves poedeiras, deve-se respeitar as cinco liberdades. As aves devem ser livres de medo e angústia: conhecer o comportamento destes animais, para evitar estresse; livres de dor, sofrimento e doenças: as aves devem ser manejadas em um ambiente sem elementos que possam provocar dor; livres de fome e sede: sempre ter acesso a uma boa dieta, sem

competição e acesso à vontade de água limpa e potável; livres de desconforto: o ambiente deve proporcionar proteção, prevenindo desconfortos térmicos e físicos; livres para expressar seu comportamento normal: as instalações devem ter espaços suficientes, para as aves expressar seu comportamento natural.

Algumas práticas de manejo adotadas na criação convencional de poedeiras, como a muda forçada, a debicagem, o alto número de aves por gaiola, e o longo ciclo produtivo das aves em gaiolas (entre 80 a 90 semanas de produção) são bastante criticados pelos consumidores e considerados estressantes ao animal (PEREIRA et al., 2013).

A debicagem é um procedimento de remoção da extremidade da parte superior e inferior do bico, através de uma lâmina aquecida que ao mesmo tempo corta e cauteriza (ROCHA et al., 2008). Essa prática reduz a bicagem de penas entre as aves e consequentemente reduz o canibalismo, além de reduzir a seleção de partículas de rações fareladas (GENTLE, 2011).

Na Finlândia, Noruega e Suécia, a debicagem é proibida. Na Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Holanda, Suíça e Reino Unido a prática é rigidamente regulamentada. A proibição desse manejo se baseia no fato que existem evidências de que a debicagem cause dor e desconforto nas aves durante alguns dias, principalmente na hora de se alimentar no comedouro.

A muda forçada é uma importante ferramenta utilizada pela indústria avícola, tem como finalidade promover um novo ciclo de produção em aves que iriam ser descartadas em virtude da redução da produtividade, o que poderia tornar tal atividade economicamente inviável.

A técnica da muda forçada tem por finalidade melhorar as condições físicas da galinha poedeira, pelo rejuvenescimento de seu sistema reprodutivo, que, depois de um período de repouso, reduz os níveis de gordura visceral, regenera a capacidade reprodutiva e a qualidade dos ovos (KESHAVARZ, 1985). Essa recuperação possibilita um novo ciclo de postura, proporcionando um período adicional de produção de ovos de seis meses ou mais (BELL e ADAMS, 1992), adiando assim a reposição do lote de poedeiras e as despesas decorrentes da criação de novo lote de frangas até o início da produção.

A restrição total de alimentos, com ou sem restrição de água, para redução de aproximadamente 30% do peso corporal tem sido a técnica mais utilizada, principalmente por ser de fácil aplicação, ser menos onerosa e por originar resultados de desempenho mais satisfatórios após o processo de muda. Entretanto, os métodos tradicionais de muda forçada

não têm sido considerados adequados em diversos países, por serem muito severos e promoverem redução significativa do peso corporal em curto período.

Os métodos de muda forçada que utilizam como prática o jejum alimentar tem sido motivo de preocupação pública em diversas partes do mundo, sendo severamente criticados por organizações que trabalham pelo bem-estar animal (BELL e KUNNEY, 2004). Dessa forma, tal prática vem sendo proibida em muitos países, como é o caso da Austrália e de toda a Europa (ANISH et al., 2007).

Diversos indicadores podem ser usados para avaliar o bem-estar de galinhas poedeiras, sendo comum determinar a resposta ao estresse da ave. Quando os animais são confrontados com um estressor físico ou emocional, diferentes sistemas biológicos são ativados para lidar com a potencial ameaça à homeostase (BACKUS et al., 2014).

Estas respostas podem levar a alterações comportamentais e imunológicas, e podem desencadear respostas no sistema nervoso autônomo e no sistema neuroendócrino, especificamente no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) (MOBERG, 2000).

Nas aves, a corticosterona é o principal produto final formado pelo eixo HHA, e por isso a quantificação de corticosterona circulante vem sendo considerada o padrão ouro em trabalhos de avaliação de estresse em poedeiras (MORDÈDE et al., 2007). Diferente dos mamíferos onde o cortisol é considerado como principal hormônio do HHA. Portanto, nas aves uma maior concentração de corticosterona indica maior nível de estresse.

A relação heterófilo: linfócito (H:L) no sangue também é um método bem reconhecido e frequentemente usado para avaliação de diferentes estressores físicos e sociais (DAVIS et al., 2008). O heterófilo é o principal leucócito nas aves, são células fagocíticas envolvidas na resposta inflamatória e estão envolvidos no ataque a bactérias (CAPITELLI e CROSTA, 2013).

Quando a relação H:L está aumentada, ou seja, quando há uma contagem aumentada de heterófilos e reduzida de linfócitos, é um indício de que a ave está passando por uma situação de estresse (MACARI e LUQUETTE, 2001), que pode ser física, ambiental, social, etc. Essa relação também pode estar aumentada quando as aves estão passando por processos inflamatórios ou infecciosos.

A avaliação do escore de empenamento das aves vem ganhando destaque nas pesquisas por ser um método que não necessita de contenção, e por isso tem pouco impacto no aumento do estresse (RODENBURG et al., 2008). Esse método consiste em avaliar visualmente o corpo das aves e dar notas de acordo com o grau de empenamento, ou seja, quanto maior a quantidade de penas em uma região do corpo, melhor o empenamento.

O escore de empenamento fornece uma boa estimativa de bem-estar, pois a bicagem de penas resulta em redução de penas e conseqüentemente piora o escore de empenamento (EL-LETHEY et al., 2000), dessa forma sugere-se que aves bem empenadas são menos estressadas do que aves em má condição de empenamento.

Melhorar o bem-estar das poedeiras é fundamental para atender a crescente demanda pelos produtos de origem animal produzidos seguindo as práticas de bem-estar. Os estudos nessa área são de grande importância, tanto por razões de ordem ética como pelo reconhecimento dos custos mais elevados que essas mudanças implicam para produtores e consumidores, assim a produção de ovos associada ao bem-estar pode ser lucrativa e de preço competitivo.

2.2 Comportamento das Aves e os Gatilhos para Bicagem de Penas

De forma geral, o comportamento consiste de atos que o animal exhibe. Entretanto, essas ações não podem ser restritas apenas aos tipos de locomoção (correr, saltar, nadar, rastejar) ou a outras atividades que em geral derivam de movimentação, tais como cópula, cavação e alimentação (DELCLARO et al., 2009).

O comportamento também consiste em outros conjuntos de movimentos sutis, discretos, de pequenas partes do corpo, que podem ocorrer de modo simultâneo a atos mais conspícuos. Bons exemplos são as emissões de sons pela boca ou bico, os movimentos das orelhas, o balançar da cauda, a liberação de odor. A importância desses conjuntos de movimentos é tão grande que a mudança na sequência e/ou na frequência de suas exibições pode se traduzir em ações com funções distintas (DELCLARO et al., 2009).

Existem duas linhas principais no estudo do comportamento animal. A etologia que se concentra no comportamento natural e a psicologia animal, que geralmente é baseada em experimentação em laboratório e se concentra no comportamento anormal ou estereotipado.

O estabelecimento de um comportamento animal tem sua origem desde a fase de cria, os embriões dos galináceos se desenvolvem em uma taxa de crescimento muito rápida, superior à de um embrião de passeriformes, uma vez que as galinhas são precociais.

Os pintinhos nascem com os olhos abertos, cobertos de penas felpudas, e são capazes de deixar o ninho dentro de dois dias ou menos. O filhote eclode após 21 dias de crescimento no ovo, podendo ser incubado pelo calor da mãe ou artificialmente em uma incubadora. Os pintinhos possuem o cérebro bem desenvolvido, e são capazes de tomar decisões e formar

memórias. O pintinho pode andar, encontrar comida e água e se comunicar. Diferente dos passeriformes, cujos filhotes nascem como filhotes altriciais.

As espécies de aves que se adaptaram à vida e ao ninho no chão, como as galinhas, apresentam uma vantagem, pois os filhotes podem correr e se esconder para evitar predadores. Por outro lado, espécies altriciais defendem suas crias, afastando predadores ou ocultando os filhotes em ninhos e árvores.

Pintinhos podem aprender tão rapidamente não somente devido ao seu estado avançado de desenvolvimento, mas também devido a uma forma especial de aprendizado, conhecida como *imprinting*. Esse tipo de aprendizado é limitado a períodos discretos ou sensíveis na vida de um animal, geralmente quando o animal é muito jovem, e tem efeitos duradouros. *Imprinting* geralmente significa que o animal aprende a identificar, abordar e seguir algo ou alguém, geralmente um dos pais. E isso ajuda o animal a encontrar comida, abrigo, calor, etc. Os pintinhos mostram esse tipo de aprendizado nas primeiras 48 horas após a eclosão.

As aves de postura modernas são eclodidas artificialmente e são criadas sem galinhas adultas, de modo que tendem a se imprimir umas nas outras. Isso pode significar que elas não aprendem adequadamente, como quando criadas pelos pais. Por exemplo, o ato de bicar, tentando identificar o que é ou não comida. E isso pode ter implicações comportamentais mais tarde na sua vida produtiva, podendo desenvolver ou não o comportamento de bicagem de penas em outras aves.

Existem diversos fatores na vida de uma ave que podem afetar sua capacidade de aprender comportamentos. A habituação é a redução ou extinção total de um comportamento quando não há recompensa ou punição aberta. Outro tipo é o condicionamento operante, quando um animal trabalha ou executa uma tarefa para obter uma recompensa ou evitar algo adverso. Além desses, existe outro tipo de expressão comportamental onde um animal deixa de executar um padrão de comportamento aprendido, esse fenômeno é conhecido como extinção (DIXON e DUNCAN, 2010).

No presente estudo foi levantada a hipótese de possível extinção de um comportamento de bicagem severa de penas, em um lote de galinhas de postura, utilizando-se de modificações nutricionais, mais especificamente da adição de fibras insolúveis na dieta.

O comportamento alimentar é controlado por mecanismos bastante complexos e é composto de duas fases principais. A fase apetitiva da alimentação se refere ao comportamento de busca de alimentos e de forrageamento. E depois há a fase de alimentação, que é a ingestão real de alimentos.

Com o fornecimento de ração as aves não precisam procurar comida, isso significa que há pouca necessidade desses animais realizarem a fase apetitiva do comportamento alimentar. Mas, isso não significa necessariamente que as galinhas não tenham interesse em demonstrar essa fase da alimentação.

Os problemas comportamentais, principalmente ligados a bicagem de penas surgem quando a fase apetitiva da alimentação é curta ou inexistente. Assim, sequências de frustrações no comportamento de forrageamento, através de um *feedback* negativo, acarretam comportamentos problemáticos, como por exemplo o de bicar as penas. Sendo na verdade um desvio de expressão de comportamento ao expressar a fase apetitiva da alimentação.

A bicagem de penas não agressiva se caracteriza pelo ato de bicar e às vezes arrancar penas. Existem dois tipos de bicadas de penas, gentil e severa. Quando as aves não podem exercer o comportamento de forrageamento, esses comportamentos são exacerbados. Os pintinhos podem começar a bicar suavemente as penas desde os primeiros dias de vida e isso pode se transformar em um ato de bicar vigoroso e prejudicial.

Outro conceito importante é o canibalismo, uma destruição e/ou ingestão de tecido de outro animal da mesma espécie. Esse comportamento é visto em aves que já tiveram sua cobertura de penas comprometidas pelo excesso de bicagem onde a pele é exposta ou danificada. Esse problema se agrava em gaiolas, pois aves que estão no fim da ordem de bicagem e são mais visadas não conseguem escapar facilmente. Portanto, o escore de empenamento das aves em gaiolas pode ser pior quando comparado a aves criadas em sistema *free-range*.

Certamente, há um componente genético no comportamento de bicagem de penas. Podem ser selecionadas linhagens de aves que apresentem menor comportamento de bicagem de penas, entretanto essa seleção pode levar a diminuição na produção de ovos. Até o momento, essa metodologia ainda não se tornou uma forma favorável de reduzir ou eliminar o comportamento de bicar penas em escala comercial.

Existem evidências de que as aves que bicam as penas de outras aves com mais frequência sejam mais assustadas do que as que não bicam (MORRISSEY et al. 2016). O tamanho do grupo e a densidade de alojamento também podem afetar o ato de bicar as penas. Se a densidade de criação for alta, mesmo em sistemas alternativos, isso poderá impedir o acesso adequado ao substrato da cama e agravar o problema.

2.3 Sistemas de Criação de Poedeiras

Os sistemas de criação e manejo de galinhas poedeiras podem ser classificados em:

intensivos (em gaiolas ou sobre o piso, em galpões abertos ou fechados), sendo convencional, ou de granja; e extensivos ou alternativos (*free range*, orgânico, colonial ou tipo caipira).

Cada um desses sistemas tem características específicas e cabe ao produtor decidir qual deles irá adotar para atender os consumidores e garantir a lucratividade da atividade. Considerando que a fase de postura é a mais longa dentro do ciclo produtivo, pode-se inferir que o modo como as aves são criadas nessa fase tem grande impacto no bem-estar e no nível de estresse das aves.

2.3.1 Sistema Convencional De Criação

O sistema convencional de gaiolas foi desenvolvido na década de 30 e é utilizado na produção tradicional de ovos desde a década de 50 (DIKMEN et al., 2016). Este sistema tem como objetivo maximizar o lucro e a produtividade com mais galinhas alojadas nas gaiolas em uma pequena área e maior produção de ovos. A criação é feita com o uso de gaiolas convencionais de 350 cm² a 450 cm² por ave (SILVA; MIRANDA, 2009), podendo-se empilhar até sete gaiolas sobrepostas.

Dentre as vantagens do sistema convencional se destacam a facilidade de distribuição de ração e água e de automatização dos galpões, menor mão de obra para realização de manejos como a aplicação de vacinas e medicamentos, menor contato das aves e dos ovos com as excretas, que propiciam maior controle da higiene. Outra vantagem está relacionada a otimização da remoção das excretas amenizando os problemas com a produção de amônia dentro dos aviários (HUNTON, 1995).

A criação em gaiolas quando comparada com a criação em piso reduz a ocorrência de comportamentos indesejáveis como postura fora de ninhos e fraturas ósseas em decorrência de quedas dos poleiros (APPLEBY, 1998). Por outro lado, as aves alojadas em gaiolas convencionais tem sua capacidade de movimentação bastante limitada fato que favorece a manifestação de distúrbios metabólicos, como a manifestação de fadiga de gaiola e osteoporose. O empenamento das aves também é afetado, devido ao atrito do corpo da ave com o piso e parte frontal da gaiola, quando estas vão se alimentar nos comedouros, e pelo comportamento de bicagem de pena entre as aves. Por fim, ocorre restrição da manifestação do comportamento natural que infringe uma das cinco liberdades avaliadas no bem-estar que é a liberdade de comportamento (TAUSON, 2005).

Atualmente cerca de 94% das galinhas poedeiras nos EUA são mantidas em gaiolas convencionais (THAXTON et al., 2016), no Brasil o sistema de criação convencional ainda representa grande parte do total de ovos produzidos.

É importante ressaltar que cada sistema de criação possui características diferentes, e dessa forma existem vantagens e desvantagens em cada um deles. Apesar de a produção em gaiolas convencionais ser criticada pelas condições em que as aves são mantidas, esse tipo de sistema fornece proteína animal a um baixo custo para a população.

2.3.2 Sistemas Alternativos de Criação

Os sistemas alternativos são assim chamados, pois são criações diferentes do sistema convencional de criação em gaiola de aves de postura. A proibição do uso de gaiolas convencionais na União Europeia a partir de 2012, e no Estado da Califórnia em 2015, evidencia a insatisfação dos consumidores perante a cadeia avícola. Com isso, os sistemas alternativos vêm ganhando importante destaque entre os consumidores e também no meio científico, visto o significativo aumento no número de trabalhos avaliando esses diferentes sistemas.

O conceito de gaiolas enriquecidas surgiu com a proibição do uso das gaiolas convencionais nos países da Europa. Esse tipo de gaiola tem tamanho superior à convencional, abriga menos aves por cm^2 , e deve ser enriquecida com ninhos, poleiros, arranhadores e caixa de areia (APPLEBY et al., 2002).

Apesar de o ambiente ser enriquecido, as aves ainda permanecem dentro das gaiolas o que limita a expressão de alguns dos seus comportamentos naturais. Somando isso, ao fato de essa criação ter alto custo de implantação esse tipo de sistema não é utilizado no Brasil e pouco utilizado mesmo em países da Europa.

Dentre os sistemas alternativos livre de gaiolas, as aves são criadas soltas, podendo estar em galpões fechados (sistema *cage-free*) ou em abrigos com acesso à área externa (sistema *free-range*).

O sistema *cage-free* é considerado um sistema alternativo pois permite que as aves fiquem soltas nos galpões, com acesso a ninhos, poleiros, local para banho de areia, além de espaço para fugas (VITS; WETZENBÜERGER; HAMAN, 2005). Esse sistema permite a automatização do galpão, mesmo com as aves soltas, otimizando o manejo das aves, dos ovos e das excretas. Pode ser realizado em galpões abertos ou fechados.

Nos galpões abertos, de menor custo, utiliza-se a ventilação natural, com auxílio (ou não) de ventiladores artificiais, sobretudo durante os períodos mais quentes. Já os galpões fechados requerem ventilação forçada e resfriamento evaporativo (aspersão de micro gotículas no ar para resfriamento), bem como uma vedação que reduza fugas de ar (que tornariam menos eficiente a climatização). Esses galpões são mais complexos e tem maior

custo de instalação e manutenção, pois, além de consumir mais energia elétrica, necessitam de geradores em caso de falta de energia (ABREU; ABREU, 2000).

Entretanto, o fato de as aves estarem soltas sobre um piso de cama em um galpão, muitas vezes pode gerar problemas relacionados à qualidade do ar, podendo desencadear distúrbios respiratórios nas aves e irritação de mucosa ocular e nasal. Zhao et al. (2015) avaliando a qualidade do ar em três diferentes sistemas de criação (gaiolas convencionais, gaiolas enriquecidas e *cage-free*) constataram que a qualidade do ar no sistema *cage-free* é inferior aos demais, pela maior concentração de amônia e de partículas suspensas.

No sistema *free-range*, semelhante ao *cage-free*, as aves são criadas soltas no galpão, entretanto, ficam livres em parte do dia ou em tempo integral em uma área externa com acesso a forragem.

Na União Europeia, a criação no sistema *free-range* estabelece pelo menos um ninho para cada sete aves, ao menos 15 cm de poleiro por ave, camas de área mínima de 250 cm² por ave e uma densidade populacional máxima de nove aves por metro quadrado, entre outras especificações (OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES, 1999).

O acesso aos piquetes é um grande diferencial nesse sistema, pois é benéfico para o bem-estar das galinhas poedeiras, uma vez que possibilita a expressão de uma gama mais ampla de padrões de comportamento normais (DUNCAN et al., 1998). Além disso, é observado melhor empenamento (MAHBOUB et al., 2004), menor ocorrência de fraturas ósseas (RICHARDS et al., 2012) e redução no comportamento de bicagem de penas (LAMBTON et al., 2010). Entretanto, o acesso a uma área externa pode permitir o acesso de predadores (MOBERLY et al., 2004) e aumentar a infestação parasitária (PERMIN et al., 1999).

No Brasil existem normas da ABNT (NBR 16437 de 12/2016) que regulam a produção de ovos no sistema caipira, que é semelhante ao sistema *free-range*. Em aviários comerciais postura, a altura mínima da cerca em volta do galpão e respectivo piquete e/ou núcleo deve ser de um m e com afastamento mínimo de cinco m entre a cerca e o galpão e/ou núcleo. Deve ser fornecida alimentação e água de bebida, e dispor os ninhos dentro dos galpões providos de proteção ao ambiente externo por meio de tela, com malha não superior a 2,54 cm, que impeça o acesso de aves de vida livre, que possam transmitir ou propagar agentes infectantes.

Os galpões devem ser dotados de piquetes com dimensões em conformidade com a densidade de aves. Deve-se controlar e registrar o trânsito de veículos e acesso de pessoas ao

estabelecimento, incluindo a colocação de sinais de aviso, para evitar a entrada de pessoas estranhas ao processo produtivo.

O uso de antibióticos, anticoccidianos, antiparasitários e quimioterápicos deve ser prescrito pelo médico veterinário responsável pelo controle higiênico-sanitário do estabelecimento, somente para finalidades de tratamento de doenças cujas prescrições devem ser arquivadas, por um período mínimo de dois anos, para fins de auditoria. É obrigatória a observância ao período de carência dos medicamentos eventualmente utilizados durante a produção dos lotes de aves, sob responsabilidade do médico veterinário.

Durante toda a fase de produção, as galinhas e/ou galinhas caipiras devem ter acesso às áreas externas, denominadas piquetes, devendo ser soltas no período da manhã e recolhidas ao final da tarde, exceto quando as condições climáticas não permitirem. A densidade máxima no alojamento é de sete aves por metro quadrado dentro do galpão e, na área externa, deve ser de no mínimo 0,5 m² por ave alojada. Os piquetes devem ser destinados a cada lote. Não é permitida a mistura de lotes nos piquetes. As aves na fase de produção devem dispor de no mínimo 6 h contínuas de escuro por dia (ABNT, 2016).

Embora os consumidores tenham pouco conhecimento dos manejos utilizados nos sistemas de produção de ovos, eles estão dispostos a pagar mais por ovos produzidos em sistemas com grande apelo comercial relacionados a bem-estar animal e qualidade do produto ou sistemas agrícolas tradicionais (orgânico, *free-range*, *cage-free*) (PARROTT, 2004).

Messias et al. (2011) mostraram que os consumidores preferem os ovos produzidos em sistemas de produção alternativos, porque satisfazem suas crenças sobre o bem-estar animal ou porque acreditam que esses ovos são menos ricos em colesterol e gordura total. Com isso, os estudos comparando os diferentes sistemas de criação de poedeiras vem crescendo consideravelmente, no intuito de sanar as dúvidas geradas.

Alves et al. (2007) avaliando duas linhagens de poedeiras em dois sistemas de criação (gaiolas e *cage-free*) constataram que não houve diferenças na produção de ovos e conversão alimentar entre os dois sistemas, dessa forma, o sistema *cage-free* quando bem projetado, pode ser compatível ao de criação em gaiolas quanto ao desempenho produtivo e à qualidade de ovos produzidos.

Em um estudo realizado por Golden et al. (2012) foi avaliado o desempenho de aves semipesadas em sistema de gaiola convencional ou em sistema *free-range*. Concluiu-se que as galinhas mantidas em gaiolas apresentaram melhor desempenho produtivo e qualidade de ovos em comparação as galinhas em sistema *free-range*. Apesar de o consumo de alimento ter sido semelhante nos dois sistemas, as galinhas criadas ao ar livre sofreram uma redução na

partição de nutrientes dedicada à produção de ovos, devido à maior demanda por nutrientes necessários para suportar o aumento de forrageamento e outros comportamentos associados ao ambiente, o que pode ter levado à menor produção de ovos e menor massa de ovos nesse sistema.

Entretanto, em estudo semelhante Al-Ajeeli et al. (2017), verificaram diferenças no desempenho de aves criadas em gaiola ou em sistema *free-range*. As aves em gaiolas produziram mais ovos, porém não houve diferença para o consumo de ração e conversão alimentar entre os dois sistemas avaliados.

Rehman et al. (2017) estudaram o comportamento de aves da variedade Aseel (originárias da Índia), em três sistemas de criação: gaiola convencional (GC); *free-range* (FR): as aves eram mantidas durante todo o dia em área de piquete e recolhidas em um galpão à noite; *free-range* parcial (FRP): as aves eram mantidas durante metade do dia em área de piquete e depois eram recolhidas em um galpão. Os autores desse estudo constataram que no sistema GC as aves demonstraram mais os comportamentos de sentar, ficar em pé, beber água e agressividade. E nos sistemas FR e FRP os comportamentos mais observados foram forrageamento e banho de área. O comportamento de bicagem das penas, que é um fator estressante para as aves, foi verificado em menor frequência no sistema FR, e foi semelhante no GC e FRP, aparentemente devido a disponibilidade de amplo espaço para exercício e expressão de seus comportamentos naturais, o que reduz as chances de bicagem de penas.

O acesso a uma área de piquete em frangos de corte resultou em menor peso corporal, entretanto, melhorou a cobertura de plumagem no peito, reduziu a incidência de ascite e de fluído pericárdico, em relação aos mesmos animais antes do acesso ao piquete. Estes resultados sugerem que o acesso a piquetes é parcialmente relacionado a mudanças no bem-estar de frangos de corte (TAYLOR ET al., 2018).

2.4 Fibras na dieta de Poedeiras

A fibras dietéticas ou polissacarídeos não-amiláceos (PNA) são considerados aditivos não nutritivos para alimentação animal em monogástricos e são encontrados em duas formas distintas, solúvel e insolúvel, cada um com seu próprio conjunto de características e efeitos. Além disso, pode-se classificar a fibra de acordo com seu grau de fermentação: alta, baixa e moderada.

As fibras solúveis tem grande capacidade de absorver água e aumentar a viscosidade no trato intestinal, prejudicando tanto a mistura do alimento ingerido com os sucos digestivos quanto o acesso das enzimas aos nutrientes do alimento. Tais alterações limitam a digestão e

a absorção dos principais nutrientes, como proteínas, lipídeos e amido (CARRÉ e LECLERCQ, 1985; SMITS et al., 1997) e, conseqüentemente, levam ao baixo desempenho das aves.

Devido as características citadas das fibras solúveis, por muito tempo acreditou-se que seu uso em dietas para aves seria prejudicial pois de maneira geral reduziria o desempenho dos animais.

As fibras insolúveis reduzem o tempo de trânsito, aumentam o volume das excretas (MONTAGNE et al., 2003) e tem grande capacidade de retenção de água, podendo absorver mais que 20 vezes o seu peso (THEBAUDIN et al., 1997).

Fibras insolúveis são pouco fermentadas pela microbiota intestinal, o que faz com que sua influência na composição da microbiota seja relativamente insignificante, ao contrário do que ocorre com as fibras solúveis, que influenciam significativamente na microbiota intestinal, pois são altamente fermentáveis.

No cólon, as fibras solúveis são fermentadas por bactérias intestinais, contribuindo com a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), predominantemente acetato, propionato e butirato. Cerca de 95% dos AGCC produzidos no cólon são rapidamente absorvidos pelo lúmen intestinal antes de chegar ao reto, atuando como fonte energética para as células intestinais e contribuindo com a saúde do animal (MONTAGNE et al., 2003).

A inclusão de PNA insolúvel na dieta de galinhas poedeiras pode reduzir o comportamento de bicagem penas e o canibalismo (EL LETHEY et al., 2000; HARTINI et al., 2002; HETLAND et al., 2004). Aves alimentadas com dietas ricas em PNA insolúvel passam mais tempo se alimentando e apresentam comportamento mais calmo, em comparação à aves alimentadas com dieta com baixa inclusão de PNA insolúvel (HETLAND e CHOCT, 2003).

O PNA insolúvel se acumula na moela e é retido por mais tempo que outros nutrientes, provavelmente porque tem que ser moído até um tamanho crítico de partícula antes de entrar no intestino delgado (HETLAND et al., 2002), reduzindo a taxa de passagem. Acredita-se que o acúmulo de fibras insolúveis na moela provoca uma saciedade temporária, reduzindo assim a bicagem de penas entre as aves (HETLAND e CHOCT, 2003).

No Brasil, a utilização e o nível de inclusão de fibras na dieta de poedeiras ainda são baixos. A principal fonte de fibra utilizada é o farelo de trigo, e a finalidade é reduzir a energia metabólica da ração. No entanto, sabe-se dos diversos benefícios que as fibras podem fornecer quando incluídas em dosagem correta na dieta das aves. Portanto, o estudo de novas

fontes e diferentes níveis de inclusão de fibra é importante para gerar dados seguros que possam ser aplicados na prática nas granjas avícolas.

2.5 Lignocelulose

O termo lignocelulose refere-se a estrutura da parte dos vegetais que constitui a parede celular formada por fibras elementares de celulose envolvidas em uma matriz amorfa composta de polioses (hemicelulose) e lignina. Essa matriz no qual a fibra celulósica está envolvida (lignina) constitui uma barreira para o ataque de microrganismos e enzimas, tornando esse material bastante rígido (JØRGENSEN et al., 2007).

A celulose é o principal constituinte das plantas, sendo o polímero natural mais abundante da Terra, com uma produção anual de mais de 50 bilhões de toneladas (SILVA et al., 2009). A unidade repetitiva da celulose é composta por duas moléculas de glicose eterificadas por ligações β -1,4-glicosídicas. Devido a essas ligações há uma forte tendência da celulose formar regiões cristalinas que a tornam completamente insolúvel em água e na maioria dos solventes orgânicos.

As hemiceluloses ocorrem em associação íntima com a celulose e a lignina e contribuem para a rigidez da parede celular das plantas em tecidos lignificados. As hemiceluloses constituem cerca de 20 a 30% do total de massa seca dos tecidos de xilema e tem uma composição heterogênea de várias unidades de açúcares (SPIRIDON; POPA, 2008). São bastante hidrofílicas, apresentam baixo peso molecular em comparação com a celulose e considerável grau de ramificações entre suas cadeias (RATANAKHANOKCHAI et al., 2013)

A lignina é um material com estrutura tridimensional, altamente ramificada, podendo ser classificada como um polifenol, o qual é constituído por um arranjo irregular de várias unidades de fenilpropano que pode conter grupos hidroxila e metoxila como substituintes no grupo fenil. As ligações éteres dominam a união entre as unidades da lignina, que apresenta um grande número de interligações. Esta estrutura amorfa atua como um cimento entre as fibrilas e como um agente enrijecedor no interior das fibras. A força de adesão entre as fibras de celulose e a lignina é ampliada pela existência de ligações covalentes entre as cadeias de lignina e os constituintes da celulose e da hemicelulose (SILVA et al., 2009).

Os produtos comerciais de lignocelulose feitos a base de madeira, tornaram-se disponível para uso na nutrição animal como fontes de fibra insolúvel, e normalmente com um baixo nível de inclusão na ração devido ao alto conteúdo de fibra bruta (65-68%). Portanto, tem a capacidade de otimizar o teor de fibra bruta em uma ração, exigindo relativamente pouco espaço na formulação, pois sua inclusão varia de 0,8-1,0%.

Considerando que os alimentos fontes de fibras utilizados na dieta de poedeiras não estão disponíveis em todo país, e que muitas vezes esses alimentos podem estar contaminados com micotoxinas (FREIRE et al, 2007), o uso de um produto comercial torna possível a inclusão de uma fibra disponível e segura na ração para aves.

Estudos realizados com produtos a base de lignocelulose vem demonstrando efeitos positivos na consistência fecal, qualidade da cama, microbiota intestinal, atividade de fermentação e digestibilidade proteica em poedeiras (BOGUS LAWSKA-TRYK et al., 2015; FARRAN et al., 2013; MILOSEVIC et al., 2015).

Kheravii et al. (2017) avaliando a inclusão de lignocelulose nos níveis de 1% e 2% na dieta de frangos de corte de 1 a 35 dias de vida, verificaram redução na umidade da cama dos frangos alimentados com lignocelulose ($P < 0,001$) em comparação ao grupo controle. A inclusão de fibras insolúveis na dieta aumenta o tempo de retenção da digesta e a capacidade de retenção de água, levando ao aumento da absorção de água no intestino grosso e, portanto, reduzindo a umidade nas excretas. A redução do teor de umidade da cama é uma prioridade na indústria avícola moderna para reduzir a perda de produtividade e evitar problemas ambientais e de bem-estar das aves.

Farram et al. (2017) observaram que galos reprodutores alimentados com 0,8% de lignocelulose na dieta apresentaram maior digestibilidade de proteína bruta e ainda, maior digestibilidade aparente e total de aminoácidos em comparação a um grupo controle sem lignocelulose e um grupo com inclusão de trigo como fonte de fibra.

Qaisrani et al. (2013) avaliaram a inclusão de fibras na dieta de frangas de reposição não debicadas, de um dia de vida até 18 semanas de idade. As dietas consistiam da inclusão das seguintes fibras: 7,5% de semente de girassol e cevada; 15% de semente de girassol; 15% de casca de aveia; além de um grupo controle, sem inclusão de fibra. Foi constatado que a casca de aveia foi mais eficaz em reduzir o comportamento de bicagem de penas, em relação aos demais tratamentos. Também foi verificado que a inclusão de casca de aveia aumentou a frequência de se alimentar das frangas, e melhorou a condição de empenamento. Frangas requerem valores nutritivos específicos e continuam a comer para satisfazer as suas necessidades nutricionais, levando a um tempo de alimentação prolongado em dietas com inclusão de fibras insolúveis. Fibras insolúveis, especialmente a casca de aveia, podem ser usadas como uma fonte de diluição da dieta para reduzir o comportamento de bicagem de penas, sem efeitos negativos sobre desempenho.

Observa-se pelo exposto que a inclusão de fibras insolúveis na dieta de poedeiras e frangas de reposição tem resultados benéficos tanto para os animais quanto para a cadeia produtiva de ovos.

Os alimentos fibrosos normalmente utilizados no Brasil, como o farelo de trigo, apresentam disponibilidade variável, risco de contaminação por micotoxinas e requerem um alto nível de inclusão na dieta para atingir níveis desejáveis de fibra bruta. Em contrapartida, os produtos comerciais fibrosos a base de lignocelulose são facilmente disponíveis, são seguros e requerem um baixo nível inclusão na dieta, facilitando a formulação da ração.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho avaliar a inclusão de um produto comercial a base de lignocelulose na dieta de poedeiras em produção em dois sistemas de criação: gaiola convencional e sistema *free-range*, sobre o desempenho, qualidade dos ovos, parâmetros sanguíneos, de bem-estar e comportamentais das aves.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, em Lavras-MG, Brasil. Toda metodologia experimental teve a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras, sob o protocolo número 062/18.

Foram utilizadas 360 galinhas poedeiras semipesadas de linhagem comercial (Hisex Brown) da variedade vermelha, com 45 semanas de idade no início do período experimental. As poedeiras foram debicadas no incubatório pelo método de radiação infravermelha e recebidas no setor de avicultura do Departamento de Zootecnia com um dia de vida, as fases de cria e recria foram feitas em gaiolas de acordo com o manual da linhagem.

Na fase de pré-postura (16 semanas) as aves foram divididas em dois diferentes sistemas de criação: convencional e alternativo. As aves criadas em sistema convencional foram mantidas em um galpão de postura, em gaiolas de arame galvanizado com medida de 50 centímetros de largura x 45 centímetros profundidade x 45 centímetros de altura. Cada gaiola contém na parte superior dois bebedouros do tipo *nipple*, e comedouro do tipo calha na parte frontal. As gaiolas são dispostas em esquema piramidal e as excretas são depositadas em um fosso abaixo das gaiolas, onde são acumuladas e secas por ventilação natural, a retirada das excretas foi feita somente no final do ciclo produtivo das aves.

Na criação alternativa foi adotado o sistema *free-range*, onde as aves tinham acesso a uma área externa de piquete com grama-estrela (*Cynodon nlemfuensis*) cv. Africana e um abrigo coberto construído em alvenaria de quatro m², com piso forrado com no mínimo cinco centímetros de cepilho de madeira. Cada abrigo possui cinco ninhos de madeira forrados com material emborrachado, um poleiro, comedouro do tipo tubular e quatro bebedouros do tipo *nipple* com taça.

As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (dois níveis de inclusão de lignocelulose e dois sistemas de criação) totalizando quatro tratamentos com seis repetições. No sistema *free-range* cada repetição foi constituída por 24 aves, distribuídas em 12 piquetes telados, totalizando 288 aves. No sistema convencional foram alojadas três aves por gaiola, sendo considerada a cada duas gaiolas uma repetição, totalizando 72 aves. O experimento teve duração de 63 dias, sendo constituído de três períodos de 21 dias cada.

As poedeiras foram manejadas seguindo todas as recomendações descritas no manual da linhagem, recebendo ração e água a vontade, com programa de iluminação de 16 horas de

luz ao dia. A suplementação de luz foi feita por lâmpadas fluorescentes compactas, distribuídas no galpão e acionadas por um *timer* e intensidade luminosa não superior a 25 lux. O galpão foi limpo diariamente e os procedimentos de higiene foram realizados apenas por pessoas autorizadas, também foi seguido o controle de pragas conforme preconizado no manual de Boas Práticas de Produção de Ovos (UBA, 2008).

As aves nos dois sistemas de criação foram alimentadas duas vezes ao dia, as 07:00 e as 16:00 e nesse mesmo período era realizada a coleta dos ovos produzidos. As aves criadas em sistema *free-range* eram recolhidas no abrigo no manejo das 16:00 e soltas para acesso aos piquetes no manejo das 07:00.

As rações experimentais (Tabela 1) foram preparadas na fábrica de ração da Universidade Federal de Lavras, no Departamento de Zootecnia. Foi utilizado o manual da linhagem como referência para formulação, incluindo 0% ou 1% de lignocelulose em substituição ao inerte. A ração sem inclusão de lignocelulose não contém outra fonte de fibra. Todas as rações foram preparadas na forma farelada utilizando o milho moído e o farelo de soja como base da formulação.

Tabela 1-Ingredientes e composição calculada das rações experimentais.

Ingredientes	%
Milho	57,77
Farelo de soja	26,62
Óleo de soja	2,74
Fosfato bicálcico	1,23
Calcário calcítico	9,61
Sal comum	0,40
Suplemento mineral ¹	0,10
Suplemento vitaminas ²	0,10
DL-Metionina, 99%	0,17
L-Lisina SO ₄ , 55%	0,05
Cloreto Colina, 60%	0,10
Adsorvente ³	0,10
Arbocel ⁴ (lignocelulose)/Inerte	1,00
Fitase ⁵	0,005
TOTAL	100,00
Composição calculada	
Energia Metabolizável, kcal/kg	2800
Proteína Bruta, %	16,50

Fibra Bruta %	2,28 (controle) - 2,93 (com Arbocel)
Cálcio, %	4,00
Fósforo disponível, %	0,320
Metionina + cistina dig., %	0,630
Lisina dig., %	0,800
Treonina dig., %	0,570
Triptofano dig., %	0,180

1 Enriquecimento por kg de suplemento: 60 g de zinco; 1,2 g de iodo; 10 g de cobre; 80 g de manganês; 50 g de ferro e 200 mg de selênio;

2 selênio Enriquecimento por kg de suplemento: 8. 100.000 UI de vitamina A; 7.500 UI de vitamina D3; 7.000 UI de vitamina E; 2.000 mg de vitamina K3; 400,0 mg de ácido fólico; 6.600 mg de ácido pantotênico; 21,0 g de niacina; 3.500 mg vitamina B2; 1.000 mg vitamina B6; 10.000 mcg de vitamina B12; 15,0 g de BHT;

3 Mastersorb Gold- GRASP

4 Arbocel RC fine- J. Rettenmaier & Söhne, Rosenberg, Germany

5 Phosmor TT 10000 Arbocel RC fine- J. Rettenmaier & Söhne, Rosenberg, Germany.

Fonte: Do autor (2020).

Os tratamentos (T) foram: T1: 0,0% de lignocelulose na dieta de aves criadas em sistema *free-range*; T2: 0,0% de lignocelulose na dieta de aves criadas em sistema convencional (gaiola); T3: 1,0% de lignocelulose na dieta de aves criadas em sistema *free-range*, T4: 1,0% de lignocelulose na dieta de aves criadas em sistema convencional (gaiola).

As variáveis analisadas durante o experimento foram divididas em: desempenho das aves, parâmetros de bem-estar e parâmetros sanguíneos.

Para a variável de desempenho foram avaliados: Produção média de ovos: expressa em porcentagem de ovos/ave/dia, obtida anotando-se diariamente o número de ovos produzidos incluindo as perdas em relação ao número de aves da parcela, a cada período de 21 dias. Peso médio dos ovos: No último dia de cada semana experimental foram pesados todos os ovos íntegros produzidos, obtendo o peso médio dos ovos de cada parcela. Ao final de cada período de 21 dias foi calculada a média das pesagens para obter o peso médio dos ovos produzidos no período. Consumo de ração: A ração destinada a cada parcela foi pesada e acondicionada em baldes plásticos com tampa e identificados pelo tratamento. Ao final de cada semana, as sobras dos comedouros e dos baldes foram pesadas e o consumo de ração determinado e expresso em gramas de ração consumida por ave por dia (g/ave/dia). Ao final de cada período, foi calculada a média do consumo nas semanas correspondentes a cada período. Conversão alimentar: A conversão alimentar foi calculada através da fórmula: $CA = CR / (Pr \times PO) \times 100$, onde: CA: conversão alimentar; CR: consumo de ração; Pr: produção de ovos; PO: peso do ovo. Sendo expressa em gramas de ração consumida por grama de ovo produzido (g/g). Densidade dos ovos: aproximadamente de 5 a 6 ovos foram pesados em balança

semianalítica, suspenso no ar obtendo-se assim os valores de peso do ovo no ar, posteriormente, os ovos foram em um béquer contendo 500 mL de água, obtendo-se assim o peso do ovo na água.

Os parâmetros de bem-estar avaliados foram: Escore de empenamento: realizado dividindo-se visualmente o corpo da ave em seis partes (pescoço, peito, cloaca/ventre, costas, asas e cauda). O sistema de avaliação atribui uma nota (1 a 4) a cada parte do corpo que são somadas ao final da avaliação, quanto maior a nota final, melhor o escore de empenamento da ave (TAUSON et al., 2005). Para realização do escore de empenamento, foi retirada uma ave por parcela da gaiola, as asas eram abertas para avaliar o empenamento nas asas, e as notas de cada parte do corpo eram anotadas em planilhas. Toda avaliação foi realizada por um único avaliador treinado. Comportamento: Foram instaladas câmeras filmadoras para registrar o comportamento (Tabela 2) das aves no piquete e nas gaiolas. As câmeras foram colocadas em pontos estratégicos para que não fossem percebidas pelas aves e não alterarem o comportamento das mesmas. As filmagens foram feitas ao final do experimento, no período da manhã, cada gravação teve duração de 30 minutos. A avaliação foi feita por escaneamento visual de um avaliador para identificar padrões de comportamento previamente estabelecidos, os registros foram assistidos em velocidade de reprodução reduzida para melhor visualização dos comportamentos apresentados. À medida que os comportamentos eram demonstrados foi anotada sua frequência em planilha do Excel, para quantificar a quantidade de vezes que aquele comportamento foi expresso em cada sistema de criação e com a inclusão ou não da lignocelulose na dieta das aves. Nas aves mantidas em sistema free-range as câmeras foram instaladas na parte externa dos piquetes, portanto não era possível visualizar os comportamentos apresentados dentro do abrigo. Assim para as aves nesse sistema não foram quantificados os comportamentos comer e beber, entretanto foram incluídos os comportamentos banho de areia e forragear.

Tabela 2- Comportamentos avaliados.

Comportamento	Descrição
Bicagem severa	Bicagem agressiva direcionada ao corpo de outra ave
Bicagem gentil	Bicagem sutil na plumagem de outra ave, a pena atingida não é removida

Confrontar	Duas aves se enfrentam em comportamento agressivo
Limpar as penas	Ave passa o bico entre as penas do próprio corpo, sem danificá-las
Comer	A ave estica a cabeça até o comedouro e ingere a ração
Beber	A ave estica a cabeça e bebe água do <i>nipple</i>
Sentar	A ave fica parada sobre os dois pés, sem outro comportamento determinado
Caminhar	A ave dá mais de dois passos seguidos
Forragear	A ave cisca e consome a forragem presente no sistema <i>free-range</i>
Banho de areia	A ave deita sobre a areia ou terra e com o bico joga areia pelo seu corpo, presente no sistema <i>free-range</i> . Conclusão.

Fonte: Adaptado de Morrissey et al. (2016).

Para os parâmetros sanguíneos, o sangue foi colhido um dia antes do início e ao final do experimento. A coleta foi realizada na veia braquial (localizada na face interna da asa) após antissepsia do local, com algodão embebido em álcool 70%. As aves foram posicionadas em apoio lateral e contidas pelos pés e pescoço, a asa foi levantada para acesso à veia e o sangue puncionado suavemente. Foram coletados cinco mililitros de sangue de cada ave, acondicionados em tubos contendo EDTA como anticoagulante. Durante todo o procedimento da coleta os tubos com sangue foram mantidos refrigerados em caixas de isopor com gelo, e o tempo de coleta de cada animal não ultrapassou um minuto, para reduzir o estresse nas aves. Foram avaliados corticosterona através de kit comercial de ELISA (ECH0077 Chicken Corticosterone ELISA, FineTest, Wuahan, China). O sangue foi centrifugado imediatamente após as coletas para obtenção do plasma, o plasma foi armazenado em microtubos em *ultrafreezer* a -80°C até a realização das análises. Os procedimentos foram realizados de acordo com o manual do kit. Para a determinação da relação heterofilo: linfócito foi realizado esfregaço sanguíneo com o sangue fresco em lâminas de vidro, fixado com álcool metílico (metanol) durante cinco minutos e posteriormente corado com hematoxilina-eosina. As lâminas foram lavadas com água destilada, secas ao ar livre e os esfregaços foram observados ao microscópio ótico com objetiva de imersão para contagem das células (GONZALES et al.,

2003). Foram contados 100 leucócitos em cada lâmina para se obter a relação entre heterófilo e linfócito.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos comparados pelo teste F a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho das aves

As aves criadas em sistema alternativo apresentaram maior produção de ovos em relação às aves criadas em sistema convencional de gaiolas. A inclusão da fibra na dieta não afetou a variável de produção de ovos, assim pode-se concluir que no nível de inclusão de 1% de lignocelulose na dieta não há redução do desempenho produtivo das poedeiras (TABELA 3).

Tabela 3- Produção diária de ovos (em %) de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação	
	Gaiola	Piquete
Sem fibra	67,15	84,41
Com fibra	67,70	85,19
Média	67,18 B	84,80 A

CV = 13,88%

Média seguida por letra diferente na linha difere pelo teste de F ($P < 0,01$).

Fonte: Do autor (2020).

A debicagem por radiação infravermelha realizada no incubatório não se mostrou eficiente, uma vez que foi verificado crescimento do bico da maioria das aves. Portanto, o crescimento do bico permitiu um comportamento mais agressivo de bicagem de penas, levando à lesões em diversas aves. Assim essas aves lesionadas ficaram mais debilitadas que as demais, contribuindo para a baixa produção de ovos no sistema de gaiola.

A inclusão da fibra na dieta não afetou a variável de produção de ovos, assim pode-se concluir que no nível de inclusão de 1% de lignocelulose na dieta não há redução do desempenho produtivo das poedeiras.

A produção de ovos é influenciada por diversos fatores, como doenças, nutrição, estresse, sistema de criação, além de ser uma atividade de alto custo energético. Teoricamente se mais energia é gasta em atividades como forragear, ciscar, tomar banho de areia, menos energia pode ser usada para produção de ovos (MENG et al., 2015). Diversos estudos relatam que a produção de ovos no sistema de gaiolas é superior comparado aos sistemas alternativos (YAKUBU et al., 2007; MUGNAI et al., 2009; ANDERSON, 2010).

Entretanto no presente estudo, as aves criadas em sistema alternativo com acesso a piquetes apresentaram maior produção de ovos, resultado semelhante ao encontrado por Dickmen et al. (2016), que avaliaram o desempenho de poedeiras em sistemas de gaiolas convencionais, gaiolas enriquecidas e *free-range*. A produção de ovos foi semelhante entre as aves criadas em gaiolas convencionais e enriquecidas, porém inferior em relação às aves em

sistema *free-range*.

Leenstra et al. (2012) avaliaram o desempenho de poedeiras em sistema *free-range* e orgânico na França, Suíça e Holanda. Poedeiras criadas em sistema *free-range* apresentaram média de produção de 246 ovos/ave alojada com 60 semanas de idade. Indicando que sistemas alternativos podem apresentar boa produtividade e longevidade das aves.

Aves em sistema de criação com acesso a piquetes apresentaram maior consumo diário de ração do que as aves mantidas em gaiolas. Não houve influência da inclusão da fibra na dieta sobre o consumo alimentar das aves (TABELA 4).

Tabela 4- Consumo diário de ração em g/dia de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação	
	Gaiola	Piquete
Sem fibra	104,5	118,4
Com fibra	105,1	126,6
Média	104,8 B	121,0 A
CV = 9,13%		
Média seguida por letra diferente na linha difere pelo teste F (P<0,01).		

Fonte: Do autor (2020).

É possível que as aves no sistema de piquete tenham maior atividade locomotora e consequentemente maior gasto energético, por isso o consumo de ração foi mais alto, em relação às aves mantidas em gaiolas. Portanto, o consumo de ração geralmente aumenta nos sistemas com grandes áreas externas, conforme relatado em estudos anteriores (ABRAHAMSSON et al., 1995; SHIMURA et al., 2010).

A inclusão de lignocelulose na dieta foi de 1%, mesmo apresentando um alto conteúdo de fibra bruta, as duas dietas utilizadas nesse estudo apresentam níveis energéticos semelhantes. Dessa forma o consumo de ração não foi influenciado pela inclusão de fibra, pois não foi necessário aumentar o consumo para atingir a necessidade energética requerida pelas aves em produção.

Safaa et al. (2009) avaliaram a substituição do milho pelo trigo em dietas para poedeiras, mantendo o mesmo nível energético entre as duas dietas e constataram que a substituição do milho pelo trigo não afetou o consumo de ração de poedeiras consumindo uma dieta balanceada. Portanto, a inclusão de fibras na dieta só é capaz de reduzir o consumo de ração, quando há redução do nível energético da dieta.

A conversão alimentar das aves criadas em sistema de piquete foi melhor do que das aves mantidas em gaiolas, independente da inclusão de fibra na dieta (TABELA 5). Apesar do maior consumo de ração apresentado pelas poedeiras do sistema alternativo (Tabela 3), essas aves produziram mais ovos do que as aves no sistema convencional (Tabela 2). Dessa forma,

a conversão alimentar foi menor e conseqüentemente melhor nas aves criadas em piquetes, esses dados indicam que a produção em sistemas alternativos pode sim ser lucrativa e ainda atender ao bem-estar das aves.

Tabela 5- Conversão alimentar (g/g) de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação	
	Gaiola	Piquete
Sem fibra	2,50 b	2,25 a
Com fibra	2,58 b	2,28 a
Média	2,54	2,26
CV = 19,76%		
Média seguida por letra diferente na linha difere pelo teste F (P<0,01).		

Fonte: Do autor (2020).

Englmaierová et al. (2014) avaliaram o desempenho de poedeiras criadas em diferentes sistemas: gaiolas convencionais, gaiolas enriquecidas e *cage-free*. As aves em sistema *cage-free* apresentaram menor produção de ovos, maior consumo de ração e pior conversão alimentar em relação aos demais sistemas. A menor produção de ovos no sistema *cage-free* pode ser causada pelo fato de alguns ovos terem sido postos no chão, talvez comidos pelas aves e não contados, contribuindo para a piora na conversão alimentar.

De forma semelhante, Dong et al. (2017) encontraram piores índices de desempenho para poedeiras criadas em sistemas alternativos. Poedeiras criadas em sistema *free-range* ou *cage-free* apresentaram menor produção de ovos e maior conversão alimentar em relação às aves criadas em sistema convencional de gaiolas.

Apesar dos resultados na literatura serem contrários ao observado nesse estudo, a grande diferença na produção de ovos entre os dois sistemas de criação estudados pode explicar a melhor conversão alimentar das aves em sistema alternativo, uma vez que mesmo que o consumo de ração tenha sido maior, a maior produção de ovos contribuiu para a menor conversão alimentar.

4.2 Qualidade dos ovos

Houve diferença significativa para o peso dos ovos entre os sistemas de criação e inclusão de fibra na dieta. As aves criadas em gaiolas apresentaram maior peso dos ovos consumindo a dieta sem inclusão da fibra, em comparação às aves criadas em sistema alternativo consumindo a mesma dieta. Entretanto, as aves em sistema alternativo tiveram ovos mais pesados consumindo uma dieta com inclusão de fibra, comparado às aves criadas em gaiolas consumindo a mesma dieta (TABELA 6).

Tabela 6- Peso dos ovos (g) de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra na dieta.

Dieta	Sistema de Criação	
	Gaiola	Piquete
Sem fibra	64,7 Aa	63,3 Bb
Com fibra	62,9 Bb	64,4 Aa
Média	63,8	63,9

CV = 4,07%

Média seguida por letra maiúscula diferente na coluna e minúscula difere na linha pelo teste F (P<0,01).

Fonte: Do autor (2020).

O manual da linhagem Hisex Brown (2018), indica que o peso dos ovos das aves entre 45 e 54 semanas de idade é de 63,3 a 63,5 gramas, respectivamente. Portanto a média de peso dos ovos encontrados nesse estudo está ligeiramente acima do esperado para a idade das poedeiras.

A influência do sistema de criação no peso dos ovos apresenta dados conflitantes na literatura. Samiullah et al. (2017) não encontraram diferenças no peso dos ovos de aves criadas em gaiolas ou em sistema alternativo do tipo *free-range*. Entretanto, Dong et al. (2017) avaliaram o desempenho de poedeiras de acordo com o sistema de criação e concluíram que aves criadas em sistema de gaiolas apresentam ovos mais leves do que aves criadas em sistema *free-range*. Por fim, de acordo com Samiullah et al. (2014) poedeiras criadas em sistema *free-range* apresentam ovos mais leves, em comparação às poedeiras criadas em gaiolas.

Safaa et al. (2009) avaliaram a inclusão de 50% de milho ou trigo na dieta de poedeiras de 20 a 48 semanas de idade, não houve diferença no peso dos ovos entre as dietas estudadas. De maneira semelhante, Guzmán et al. (2016) estudaram o efeito da adição de palha de cereais ou polpa de beterraba nos níveis de dois e 4% na dieta de poedeiras de 17 a 46 semanas de idade, não houve diferença no peso dos ovos entre as dietas. De acordo com o exposto a inclusão de fibras na dieta, mantendo as recomendações nutricionais para a fase de produção, exerce pouco efeito sobre o peso dos ovos.

Mateos et al. (2012) sugeriram que os efeitos da inclusão de fibra na dieta o desempenho das poedeiras podem depender do tipo de fibra utilizada, com efeitos mais pronunciados com a inclusão de fontes de fibra insolúveis.

No presente trabalho, a inclusão de fibra insolúvel foi benéfica para aves em sistema alternativo, uma vez que as aves produziram ovos mais pesados, e resultou em ovos mais leves para as aves criadas em gaiolas. No entanto, ainda não está claro como a inclusão da fibra influenciou de maneira distinta o mesmo parâmetro em diferentes sistemas de produção.

As aves criadas em sistema de gaiola apresentaram maior densidade dos ovos, em relação às aves criadas em sistema alternativo. Não houve influência da inclusão de fibra na dieta sobre esse parâmetro (TABELA 7).

Tabela 7- Densidade dos ovos (g/cm^3) de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação	
	Gaiola	Piquete
Sem fibra	1,086	1,083
Com fibra	1,090	1,082
Média	1,088 A	1,082 B

CV = 0,69%

Média seguida por letra diferente na linha difere pelo teste F ($P < 0,01$).

Fonte: Do autor (2020)

Entretanto, apesar da diferença na gravidade específica entre os dois sistemas de criação, considera-se que ambos apresentaram bons valores (acima de 1,080) que implica em boa qualidade de casca do ovo. Não houve influência da inclusão de fibra na dieta sobre esse parâmetro.

A medida da densidade do ovo é, provavelmente, uma das técnicas mais comumente utilizadas para determinar a qualidade da casca do ovo, devido a sua rapidez, praticidade e baixo custo (MARINHO, 2011). Araújo e Albino (2011) consideram que maior densidade do ovo resulta em melhor qualidade de casca.

Alves et al. (2007) avaliaram a qualidade dos ovos de poedeiras criadas em diferentes sistemas de criação, foi verificado que as aves mantidas em sistema alternativo (livre de gaiola em galpão com cama) apresentaram maior densidade dos ovos do que as aves criadas em gaiolas.

4.3 Parâmetros de bem-estar das aves

Foi verificada diferença significativa para o escore de empenamento, as aves criadas em sistema alternativo apresentaram maior escore de empenamento, em relação às poedeiras criadas em gaiolas. Esse resultado mostra que o escore de empenamento nas aves em sistema alternativo foi melhor, portanto o comportamento de bicagem de penas é menor no sistema *free-range*. Ainda, foi observado que a inclusão de fibra na dieta não exerceu efeito sobre o escore de empenamento das aves (TABELA 8).

Tabela 8- Escore de empenamento de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação	
	Gaiola	Piquete
Sem fibra	16,9	23,6
Com fibra	17,3	23,7
Média	17,1 B	23,6 A

CV = 0,69%

Média seguida por letra diferente na linha difere pelo teste F ($P < 0,01$).

Fonte: Do autor (2020).

Um grande problema de bem-estar na produção de ovos é a bicagem de penas em galinhas poedeiras (BRIGHT, 2009; BESTMAN et al., 2009). O comportamento de bicagem das penas consiste em bicar ou arrancar as penas de outra ave, é considerado um comportamento anormal nas aves domésticas. Pode resultar em graves danos às penas ou até ferimentos na pele, eventualmente esse comportamento leva a morte da ave. O dano à plumagem está fortemente correlacionado com o comportamento de bicar penas (BILCIK e KEELING, 1999). Esse comportamento pode levar a dor e sofrimento nas aves (GENTLE e HUNTER, 1991) e aumento da mortalidade.

Alguns estudos hipotetizam que a bicagem de penas entre as aves é um reflexo do comportamento normal de bicadas no solo ou de forrageamento (HOFFMEYER, 1969; BLOKHUIS e VAN DER HAAR, 1989). Portanto, a ausência de acesso a áreas externas com forragem ou mesmo terra, pode aumentar o comportamento de bicagem de penas entre as aves criadas em gaiolas.

Coton et al. (2019) estudaram o comportamento de bicagem de penas em aviários de postura na França, foi verificado que a prevalência de bicagem de penas severa entre as aves foi de 32,9% no sistema de gaiolas enriquecidas e de 23,8% no sistema *free-range*. Também foi observado que as aves criadas no sistema alternativo apresentaram melhor escore de empenamento.

Em estudo semelhante Dikmen et al. (2016) encontraram melhor escore de empenamento em poedeiras criadas em sistema *free-range*, comparado a aves em gaiolas convencionais e enriquecidas. Nos sistemas de gaiolas as áreas mais afetadas pela bicagem das penas foram o pescoço e o peito. Dessa forma pode-se concluir que o sistema de criação em que as aves estão alojadas tem grande impacto no escore de empenamento e consequentemente no comportamento de bicagem de penas.

Em trabalhos que avaliam a inclusão de fibra na dieta sobre a frequência do comportamento de bicagem de penas entre as aves e o escore de empenamento, normalmente o período experimental é superior a 20 semanas. Nesse tempo é possível observar se há a regressão do comportamento de bicagem de penas e o nascimento de novas penas em áreas afetadas antes do início do experimento e do consumo de fibras. No presente estudo, o período experimental foi de 9 semanas, e portanto o tempo tenha sido curto para a reversão no

comportamento de bicagem de penas e nascimento de novas penas em áreas do corpo já afetadas.

Van Krimpen et al. (2009) avaliaram a inclusão de 10% de casca de aveia (fibra insolúvel) na dieta de poedeiras semi-pesadas de 18 a 40 semanas de idade. As aves foram criadas em sistema livre de gaiolas, em boxes. Apesar disso a densidade de criação foi propositalmente alta (9 aves/m²), com o intuito de estimular a bicagem de penas entre as aves. A inclusão da fibra na dieta foi capaz de aumentar o tempo de alimentação das aves, ou seja, essas aves gastavam mais tempo se alimentando em relação a um grupo controle sem inclusão de fibra e mesmo nível energético. Entretanto, não houve redução do comportamento de bicagem de penas, e nem melhora do escore de empenamento com a inclusão da fibra na dieta.

Steenfeld et al. (2007) estudaram a suplementação de três fontes de fibras na dieta de poedeiras de 20 a 54 semanas de idade. As fontes de fibras utilizadas foram: silagem de milho, silagem de cevada de ervilha e cenoura crua. Foi verificado menor comportamento de bicagem de penas e melhor escore de empenamento nas aves que receberam uma das três fibras como suplementação, em relação às aves que consumiram somente a dieta controle. É importante ressaltar que no trabalho citado a dieta controle continha 10% de aveia e 3,2% de alfafa, portanto o nível de fibra já era alto. Somado à suplementação, a ingestão de fibras pelas aves foi eficiente em reduzir o comportamento de bicagem de penas.

Houve diferença significativa para o parâmetro relação heterófilo: linfócito (H: L). As aves criadas em sistema de gaiolas apresentaram ao início do experimento uma relação H: L mais elevada na dieta com inclusão de fibra, em relação às aves alocadas na dieta sem fibra. Contudo, esse resultado não está associado ao consumo da fibra. Uma vez que a coleta foi feita um dia antes do início do experimento. Esse resultado mostra que a relação H:L era naturalmente mais elevada nas aves alocadas na dieta com inclusão de fibras no sistema de gaiolas, ou seja, era um padrão inerente aos indivíduos alocados na dieta com fibra (TABELA 9).

Tabela 9- Relação heterófilo: linfócito de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação			
	Gaiola		Piquete	
	Início	Final	Início	Final
Sem fibra	0,501 B	0,567	0,480	0,450
Com fibra	0,786 A a	0,644	0,560 b	0,479
Média do período de análise	0,644	0,606	0,520	0,465
Média do sistema de criação	0,625 a		0,492 b	
CV = 28,9%				

Média seguida por letras maiúsculas distintas na coluna e minúsculas na linha diferente na linha difere pelo teste F ($P < 0,01$).

Fonte: Do autor (2020).

Também foi verificado que ao início do experimento as aves consumindo uma dieta com fibra e mantidas em gaiolas apresentaram relação H:L mais alta do que as aves em sistema alternativo consumindo a mesma dieta. Novamente, esse resultado está relacionado à variação individual de H:L, uma vez que a coleta inicial foi realizada no anterior ao início do experimento. Esse resultado pode ser atribuído pelo fato de o experimento ter-se iniciado quando aves estavam com 45 semanas de idade e com isso, as aves alojadas nas gaiolas passavam por maior estresse do que as aves em sistema alternativo.

A relação H:L está associada à liberação de hormônios glicocorticóides, pois um aumento na concentração sanguínea desses hormônios aumenta a relação H:L, por diminuir o número de linfócitos circulantes. Assim, como a liberação de hormônios glicocorticóides pode variar de acordo com o temperamento do animal, a relação H:L também pode variar entre os indivíduos.

Por fim, as médias dos sistemas de criação foram significativamente diferentes, independente do período da coleta. As aves criadas em gaiolas apresentaram maior relação H:L do que as aves criadas em sistema alternativo.

O heterófilo é o principal leucócito nas aves, são células fagocíticas envolvidas na resposta inflamatória e estão envolvidos no ataque a bactérias por meio de quimiotaxia, fagocitose e lise (CAPITELLI e CROSTA, 2013). Em geral se considera que os heterófilos das aves correspondem aos neutrófilos dos mamíferos.

Uma alta relação entre heterófilos e linfócitos indica uma situação de estresse, a proporção normal está em torno de 1:2. (MACARI e LUQUETTI, 2002). O aumento na relação de heterófilo: linfócito tem sido relacionado com estresse crônico em frangos (GROSS e SIEGEL, 1983; JONES et al., 1988), a liberação de corticosterona pode ocasionar a involução do tecido linfóide (timo, Bursa de Fabrício e baço) e a supressão da imunidade humoral e daquela medida por células (ROSALES et al., 1989).

Dikmen et al. (2016) encontraram resultado semelhante ao do presente estudo. Poedeiras criadas em sistema *free-range* apresentaram relação H:L inferior a aves criadas em sistemas de gaiolas convencionais. As médias variaram de 0,41 a 0,61.

Shimmura et al. (2010) avaliaram a influência do sistema de criação sobre parâmetros de bem-estar em poedeiras. Foi verificado que aves criadas em sistema *free-range* apresentam

menor relação H:L em comparação a aves criadas em gaiolas convencionais. O resultado sugere que o estresse físico nas galinhas é especialmente baixo no sistema *free-range*.

As aves que consumiram a dieta com inclusão de fibra apresentaram menor concentração plasmática de corticosterona, independente do tipo de sistema de criação. Indicando menor estresse e maior bem-estar (TABELA 10).

Tabela 10- Concentração plasmática de corticosterona (ng/ml) de galinhas criadas em dois sistemas de criação com ou sem inclusão de fibra (lignocelulose) na dieta.

Dieta	Sistema de Criação				Média
	Gaiola		Piquete		
	Início	Final	Início	Final	
Sem fibra	55,48	49,10	46,26	48,70	49,89 A
Com fibra	46,36	41,05	51,30	41,35	45,02 B
Média	41,21		46,33		

CV = 15,88%

Média seguida por letras maiúsculas na coluna difere pelo teste F ($P < 0,01$).

Fonte: Do autor (2020).

Diferentes estressores resultam em níveis plasmáticos elevados de corticosterona, considerado o glicocorticoide predominante em aves (DEROOS, 1961). Portanto, os níveis plasmáticos de corticosterona são frequentemente usados na avaliação do estresse. Quando as alterações ambientais são percebidas como uma ameaça, as aves geram uma resposta ao estresse caracterizada por uma cascata neuroendócrina através do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HHA) que resulta finalmente na produção do hormônio do estresse corticosterona (SIEGEL, 1971).

Scanes et al. (2019) avaliaram a concentração plasmática de corticosterona em perus criados em condições comerciais. Foi verificado que a concentração plasmática de corticosterona aumenta em situações de estresse agudo, como por exemplo, no manejo de apanha e de transporte. Resultados semelhantes foram verificados em frangos de corte (CHLOUPEK et al., 2011; VOŠLÁROVA et al., 2011).

A inclusão de fibra na dieta promoveu redução do nível de corticosterona plasmática no presente estudo, independente do sistema de criação em que as aves foram mantidas. Goymann (2005) avaliou a inclusão de 20% de celulose na dieta de pássaros European stonechat, foi verificado redução de corticosteroides nas fezes desses animais, em relação aos animais que consumiram uma dieta sem inclusão dessa fibra. Entretanto, o mecanismo de ação pelo qual a fibra exerce tal efeito ainda não é completamente conhecido. Ainda, não foram encontrados na literatura trabalhos que avaliam a concentração de corticosterona plasmática em poedeiras alimentadas com inclusão de fibra na dieta.



Um dos efeitos da inclusão de fibras insolúveis na dieta de poedeiras é o aumento no tempo de alimentação (VAN KRIMPEN et al., 2008). No presente estudo, apesar de não significativo estatisticamente, as aves com inclusão de lignocelulose na dieta apresentaram maior consumo de ração. Portanto, é possível que essa fibra aumente a sensação de saciedade das aves, reduzindo o estresse e a liberação de corticosterona.

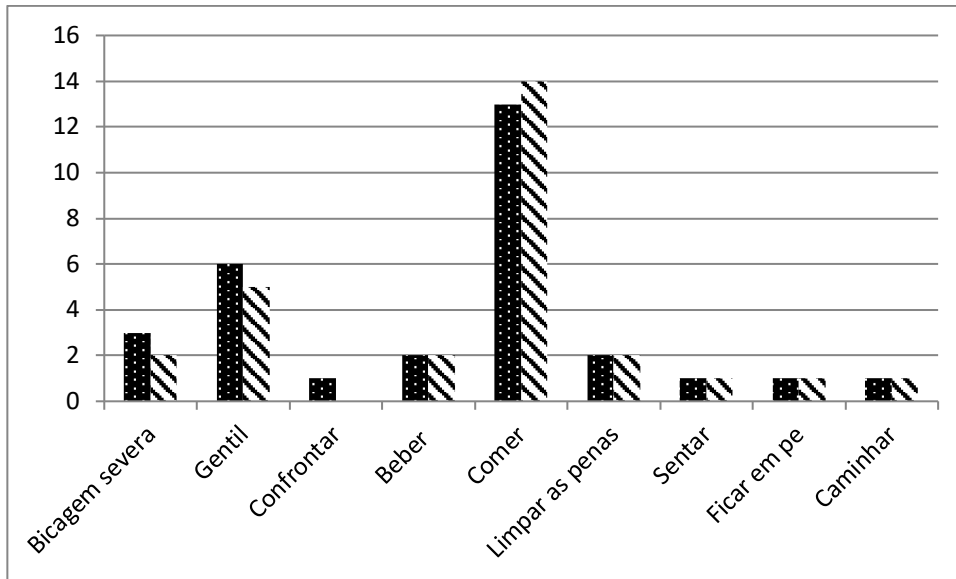
Outra possível explicação é de que a lignocelulose vem sendo reportada como melhoradora do sistema imune das aves. Zeitz et al. (2018) encontraram redução na expressão do gene da citocina pro-inflamatória IL-1 em frangos de corte alimentados com lignocelulose. Em estudo semelhante, Sozcu (2019) encontrou maior concentração de imunoglobulinas A e Y, além de maior população de *Lactobacillus* spp. e menor população de *E. coli* no ceco de frangos de corte suplementados com lignocelulose na dieta. O principal papel da IgY e da IgA é impedir que bactérias patogênicas se abriguem na mucosa intestinal (OHASHI et al., 2014).

Sabe-se que os glicorticóides, como a corticosterona são potentes imunodepressores (OLIVEIRA e PEREIRA, 2014), portanto se o nível de corticosterona for menor, melhor será o funcionamento do sistema imune das aves. Assim, o presente estudo encontrou uma redução de corticosterona plasmática com inclusão de lignocelulose na dieta de poedeiras, esse resultado pode em parte explicar os resultados sobre a melhora do sistema imune com inclusão de lignocelulose em dietas para frangos de corte.

4.4 Comportamento das aves

É possível verificar que as aves mantidas em gaiolas e sem inclusão de fibra na dieta apresentaram maior frequência dos comportamentos: bicagem severa e gentil. Os comportamentos: beber, sentar, ficar em pé, caminhar e limpar as penas foram semelhantes entre as dietas com ou sem inclusão de fibra. Também é possível observar que as aves mantidas em gaiolas que receberam a fibra na dieta apresentaram maior frequência de comportamento de se alimentar (comer) (FIGURA 1).

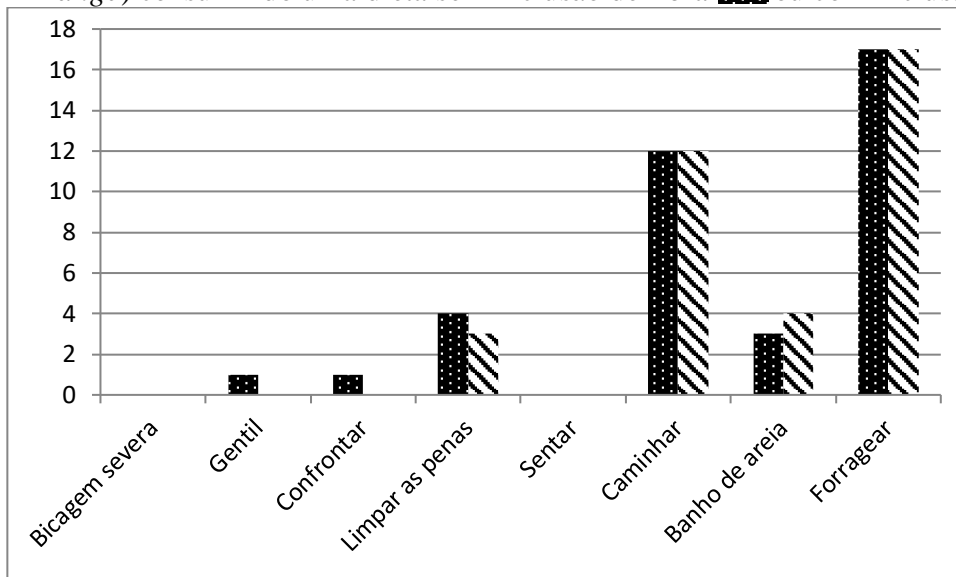
Figura 1- Frequência de comportamento de poedeiras mantidas em sistema de gaiola consumindo uma dieta sem inclusão de fibra  ou com inclusão de fibra 



Fonte: Do autor (2020)

Entretanto, nas aves mantidas em sistema *free-range* não houve a presença do comportamento bicagem severa, independente do tipo de dieta. Os comportamentos bicagem gentil e confrontar foram verificados apenas na dieta sem inclusão de fibra. Os comportamentos forragear e caminhar foram semelhantes independente da inclusão de fibra na dieta. O comportamento de limpar as penas foi verificado mais vezes nas aves consumindo uma dieta sem inclusão de fibra, e o comportamento de banho de areia foi mais frequente nas aves consumindo uma dieta com fibra (FIGURA 2).

Figura 2- Frequência de comportamento de poedeiras mantidas em sistema alternativo (*free-range*) consumindo uma dieta sem inclusão de fibra (■) ou com inclusão de fibra (▨)



Fonte: Do autor (2020)

Diante do exposto, nota-se que a inclusão de fibra na dieta de aves mantidas em gaiolas pode reduzir comportamentos indesejáveis e que, o sistema alternativo do tipo *free-*

range permite que as aves expressem uma maior diversidade de comportamentos naturais, em relação às aves mantidas em gaiolas.

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto, conclui-se que a inclusão de 1% de lignocelulose em dietas para poedeiras em produção, não afeta a produção de ovos, a densidade dos ovos e a relação H:L. Ainda, influi positivamente no bem-estar das aves por reduzir a concentração de corticosterona plasmática. O sistema de produção em que as aves são mantidas, afeta a produção e densidade dos ovos, além da conversão alimentar. O sistema de criação em gaiolas reduz o escore de empenamento e aumenta a relação H:L, e portanto reduz o bem-estar das aves mantidas nesse sistema.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R.; APPLEBY, M.; C. Performance of four hybrids of laying hens in modified and conventional cages. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science**, Estocolmo, v. 45, n. 4, p.286-296, nov. 1995. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09064709509413088>>. Acesso em: 10 nov. 2019.
- ABREU, P.G. de; ABREU, V.M.N. Ventilação na avicultura de corte. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves**, 2000. 50p.
- AL-AJEELI, M. N. et al. Evaluation of the performance of Hy-Line Brown laying hens fed soybean or soybean-free diets using cage or free-range rearing systems. **Poultry Science**, Champaign, v. 97, n. 3, p.812-817, 9 set. 2017. Mensal. Disponível em: <<https://oxfordindex.oup.com/view/10.3382/ps/pex368>>. Acesso em: 12 out. 2019.
- ALM, M. et al. Welfare indicators in laying hens in relation to nest exclusion. **Poultry Science**, Champaign, v.95, n.6, p.1238-1247, jun. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/ps/pew100>>. Acesso em: 05 nov. 2019.
- ALVES, S.P; SILVA, I. J. O; PIEDADE, S. M. S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.5, p.1388-1394, 2007.
- ANDERSON, K. A. Range egg production, is it better than in cages? **MPF Convention**, March 16–18, 2010.
- ANISH, D. et al. Reproductive tissue regression: Involvement of caspases, inducible nitric oxide synthase and nitric oxide during moulting in White Leghorn hens. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 104, n. 2-4, p.329-343, mar. 2008.
- APPLEBY, M.C. et al. Development of furnished cages for laying hens. **British Poultry Science**, Londres, v. 43, n. 4, p.489-500, ago. 2002.
- APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. Poultry production systems: behaviour, mangement and welfare. **Wallingford CAB International**, 1998, 238p.
- ARAUJO, W.A.G.; ALBINO, L.F.T. Comercial Incubation. **Transworld Research Network**, 2011.
- BACKUS, B. L.; MCGLONE, J.; GUAY, K. Animal Welfare: stress, global issues, and perspectives. **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems**, Edition: 1, Chapter: Animal Welfare: Stress, Global Issues, and Perspectives, Publisher: Elsevier Inc., Editors: Neal Van Alfen, pp.387-402, 2014.
- BELL, D. D.; KUNEY, D. R. Farm evaluation of alternative molting procedures. **Journal Of Applied Poultry Research**, v. 4, n. 13, p.673-679, dez. 2014.
- BESTMAN, M.; KOENE, P.; WAGENAAR, Jan-Paul. Influence of farm factors on the occurrence of feather pecking in organic reared hens and their predictability for feather pecking in the laying period. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 2, n. 121, p.120-125, 12 out. 2009.
- BILCIK, B., KEELING, L.J. Changes in feather condition in relation to feather pecking and aggressive behavior in laying hens. **British Poultry Science**, Londres, v. 40, p. 444-45, 26 fev. 1999.
- BLOKHUIS, H. J. Feather-pecking in poultry: its relation with ground-pecking. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.16, p.63–67,1989.

BRIGHT, A. Time course of plumage damage in commercial layers. **Veterinary Record**, Londres, v.164, p. 334–33, 2009.

CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. **Veterinary Clinics Of North America: Exotic Animal Practice**, Filadélfia, v. 1, n. 16, p.71-120, jan. 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23347540>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CARRÉ, B; LECLERCQ, B. Digestion of polysaccharides, protein and lipids by adult cockerels fed on diets containing a pectic cell-wall material from white lupin (*Lupinus albus* L.) cotyledon. **British Journal Of Nutrition**, Londres, v. 1, n. 54, p.669-680, 6 jan. 1985.

CHLOUPEK, P. et al. Changes in selected biochemical indices resulting from various pre-sampling handling techniques in broilers. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 53, n. 1, p.31-38, 2011.

COTON, J. et al. Feather pecking in laying hens housed in free-range or furnished-cage systems on French farms, **British Poultry Science**, Londres, v.60, n.6, 2019. Disponível em: <DOI: 10.1080/00071668.2019.1639137>. Acesso em: 12 dez. 2019.

DAVIS, A.K.; MANEY, D.L.; MAERZ, J.C. The use of leukocytes profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. **Functional Ecology**, Oxford, v.22, p.760-772, 2008.

DELCLARO, K.; PREZOTO, F.; SABINO, J. As distintas faces do Comportamento Animal (2a. edição), Edition: 2, Chapter: O que é Comportamento Animal?, Publisher: Editora Anhanguera Educacional, p.13-17, 2009.

DEROOS, R. The corticoids of the avian adrenal gland. **General and Comparative Endocrinology**, Nova Iorque, v. 1, p.494–51, 1961.

DIKMEN, B. et al. Egg production and welfare of laying hens kept in different housing systems (conventional, enriched cage, and free range), **Poultry Science**, Champaign, v. 95, n. 7, p.1564–1572, 2016. Disponível em: <doi: 10.3382/ps/pew082>. Acesso em: 12 dez. 2019.

DIXON, L. M.; DUNCAN, I. J. H. Changes in substrate access did not affect early feather-pecking behavior in two strains of laying hen chicks. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, Londres, v.23, p. 1-14, 2011.

DONG, X. Y.; YIN, Z. Z.; MA, Y. Z. et al. Effects of rearing systems on laying performance, egg quality, and serum biochemistry of Xianju chickens in summer, **Poultry Science**, Champaign, v. 96, n. 11, p.3896-3900, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/ps/pex155>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

DUNCAN, I. J. H. et al. External factors and causation of dustbathing in domestic hens. **Behavioral Processes**. v.43, p.219–228. 1998.

EL LETHEY, H. et al. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. **British Poultry Science**, Londres, v.41, n.1, p.22-28, 2000.

ENGLMAIEROVÁ, M. et al. Effects of laying hens housing system on laying performance, egg quality characteristics, and egg microbial contamination. **Czech Journal of Animal Science**, Praga, v.59, n.8, p.345-352, 2014. Disponível em: <<https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/130012.pdf>>. Acesso em: 07 dez. 2019.

- FARRAN, M. T. et al. Lignocellulose improves protein and amino acid digestibility in roosters and egg hatchability in broiler breeders. **The Journal of Poultry Science**, Tsukuba, v.54, n.3, p.197-204, 2017. Disponível em: <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpsa/54/3/54_0160095/_article>. Acesso em: 03 dez, 2019.
- FREIRE, F. et al. Micotoxinas: Importância na Alimentação e na Saúde Humana e Animal. **Embrapa Agroindústria Tropical Documentos**, p. 48, out. 2007.
- GENTLE, M. J., HUNTER, L.N. Physiological and behavioural responses associated with feather removal in *Gallus gallus* var. domesticus. **Research Veterinary Science**, Londres, v.50, p. 95–101, 1991.
- GENTLE, M. J. Pain issues in poultry. **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v.135, p.252-258, 2011.
- GOLDEN J. B.; ARBONA, D. V.; ANDERSON, K. E. A comparative examination of rearing parameters and layer production performance for brown egg-type pullets grown for either free-range or cage production. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p.95-102, 2012.
- GONZALES, E. et al. Performance and physiological parameters of broiler chickens subjected to fasting on the neonatal period. **Poultry Science**, Champaign, v.82, p.1250-1256, 2003.
- GOYMANN, W. Noninvasive monitoring of hormones in bird droppings: Physiological validation, sampling, extraction, sex differences, and the influence of diet on hormone metabolite levels. **Annals of the New York Academy of Sciences**, Nova Iorque, v.1046, n.1, p. 35–53, 2005.
- GROSS, W.B.; SIEGEL, H. S. Evaluation of the heterophil/ lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. **Avian Diseases**, Amherst, v.27, p. 972-979, 1983.
- GUZMÁN, P. et al. Effect of level of fiber of the rearing phase diets on egg production, digestive tract traits, and body measurements of brown egg-laying hens fed diets differing in energy concentration. **Poultry Science**, Champaign, v.95, n. 8, p.1836–1847, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/ps/pew075>>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- HARTINI, S. M. et al. Effects of light intensity during rearing and beak trimming and dietary fiber sources on mortality, egg production, and performance of ISA brown laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 11, n. 1, p. 104-110, 2002.
- HETLAND, H., B. SVIHU, A.; KROGDA, H. L. Effects of oat hulls and wood shavings on digestion in broilers and layers fed diets based on whole or ground wheat. **British Poultry Science**, Londres, v.44, n.2, p.275-282, 2003.
- HETLAND, H.; SVIHUS, B.; OLAISE, V. Effect of feeding whole cereals on performance, starch digestibility and duodenal particle size distribution in broiler chickens. **British Poultry Science**, Londres, v.43, p.416-423, 2002.
- HETLAND, H.; CHOCT, M.; SVIHUS, B. Role of insoluble non-starch polysaccharides in poultry nutrition. **World's Poultry Science Journal**, Londres, v.60, p.415-422, 2004.
- HOFFMEYER, I. Feather pecking in pheasants—an ethological approach to the problem. **Danish Review of Game Biology**, Rønne, v.6, p.1–36, 1969.
- HUNTON, P. Egg production, processing and marketing. In: HUNTON, P. (Ed.). **Poultry production**. Amsterdam: Elsevier, 1995. p.457-481.

- JONES, B.R.; BEUVING, G; BLOKHUIS, H. J. Tonic immobility and heterophil/lymphocyte responses of the domestic fowl to corticosterona infusion. **Physiology and Behavior**, Elmsford v.42, p.249-253, 1988.
- JØRGENSEN, H.; KRISTENSEN, J. B.; FELBY, C. Enzymatic conversion of lignocellulose into fermentable sugars: challenges and opportunities. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, Londres, v.1, p.119–134, 2007.
- KESHAVARZ, K. Factors influencing shell quality. **Poultry Digestion**, v.44, n.521, p.294-302, 1985.
- KHERAVIL, S. K. et al. Coarse particle inclusion and lignocellulose-rich fiber addition in feed benefit performance and health of broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.96, n.9, p. 3272–3281, 2017. Disponível em: <doi:10.3382/ps/pex123>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- LAMBTON, S., T. G. et al. Therisk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens, **Applied Animal Behavior Science**, Amsterdam, v.123, n. 1-2, 2010.
- LEENSTRA, F. et al. Performance of commercial laying hen genotypes on free range and organic farms in Switzerland, France and The Netherlands. **British Poultry Science**, Londres, v.53, n.3, p. 282-290, 2012.
- MACARI, M.; LUQUETTI, B. C. Fisiologia cardiovascular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Eds.) Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, p.17-36. 2002.
- MAHBOUB, H. D.; MULLER, J.; VON BORELL, E. Outdoor use, tonic immobility, heterophil/lymphocyte ratio and feather condition in free-range laying hens of different genotypes. **British Poultry Science**, Londres, v.45, p.738–744, 2004.
- MANUAL HISEX BROWN. 2018. Disponível em: <https://www.hisex.com/pt-br/products-pt-br/hisex-brown-pt-br/>. Acesso em: 05 mai. 2019.
- MATEOS, G. G. et al. Poultry response to high levels of dietary fiber sources varying in physical and chemical characteristics, **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 21, p. 156-174, 2012.
- MENCH, J. A.; SUMMER, D. A.; ROSEN-MOLINA, J. T. Sustainability of egg production in the United States-The policy and market context. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, p. 229–240, 2011.
- MENG, F. et al. Effects of large or small furnished cages on performance, welfare and egg quality. **Animal Production Science**, Clayton, v. 55, n. 6, p793–79, 2015.
- MESIAS, F. J. et al. Biological response to stress: implications for animal welfare. In *The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare*. Wallingford: CABI Publishing, 2000. p.1-22.
- MOBERLY, R. L.; WHITE, P. C. L.; HARRIS, S. Mortality due to fox predation in free-range poultry flocks in Britain. **Veterinary Record**, Londres, v.155, p. 48–52, 2004.
- MONTAGNE, L.; PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J. A review of interactions between dietary fibre and the intestinal mucosa, and their consequences on digestive health in young non-ruminant animals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 108, p. 95-117, 2003.

MORDÉDE, P. et al. Exploration of the hypothalamic–pituitary–adrenal function as a tool to evaluate animal welfare. **Physiology and Behavior**, v. 92, n. 3, p.317-39, 2007.

MORRISSEY, K. L. H. et al. Can non-beak treated hens be kept in commercial furnished cages? Exploring the effects of strain and extra environmental enrichment on behaviour, feather cover, and mortality. **Animals**, Basel, v.6, n. 3, 2016. Disponível em: <10.3390/ani6030017>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MUGNAI, C.; BOSCO, A. D.; CASTELLINI, C. Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of ancona laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, Pisa, v.8, p.175–188, 2009.

OFFICIAL JOURNAL OF EUROPEAN COMMUNITIES. Council Directive 1999/74/EC, 19 July 1999. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

OHASHI, Y.; HIRAGUCHI, M.; USHIDA, K. The composition of intestinal bacteria affects the level of luminal IgA. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, Londres, v.70, p.3031–3035, 2014.

OLIVEIRA, A.P.T.; LOPES, I.L.P. Estresse e sua relação com o cortisol: uma abordagem fisiopatológica nos profissionais de enfermagem. Universidade Presidente Antônio Carlos–UNIPAC. Faculdade de Ciências da Saúde de Barbacena–FASAB curso de graduação em enfermagem. UNIPAC-MG. 2014.

PARROTT, P.A.W. Hen welfare: the consumers' perspective. In: PERRY, C. Welfare PEREIRA, D.F.; BATISTA, E.S.; SANCHES, F.T.; GABRIEL FILHO, L.R.A.; BUENO, L.G.F. Comportamento de poedeiras criadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo em ambiente enriquecido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, p. 682-688, 2013.

PERMIN, A. et al. Prevalence of gastrointestinal helminths in diferente poultry production systems. **British Poultry Science**, Londres, v. 40, p. 439–443, 1999.

QAISRANI, S. N.; VAN KRIMPEN M. M.; KWAKKEL, R. P. Effects of dietary dilution source and dilution level on feather damage, performance, behavior, and litter condition in pullets, **Poultry Science**, Champaign, v. 92, n.3, p.591-602, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/ps.2012-02378>>. Acesso em: 15 out. 2019.

RATANAKHANOKCHAI, K.; et al. Paenibacillus curdlanolyticus Strain B-6 Multienzyme Complex: A Novel System for Biomass Utilization. **Biomass Now- Cultivation and Utilization**, Intech, New York, p. 369-394, 2013.

REHMAN, M. S. et al. Assessing behavior in Aseel pullets under free-range, part-time free-range, and cage system during growing phase, **Poultry Science**, Champaign v.97, n.3, p.725–732, 2018. Disponível em : <<https://doi.org/10.3382/ps/pex355>>. Acesso em: 8 nov. 2019.

RICHARDS, G. J. et al. Pop hole use by hens with different keel fracture status monitored throughout the laying period. **Veterinary Record**, Londres, v.170, p. 494–498, 2012.

ROCHA, J.S.R.; LARA, L.J.; BAIÃO, N.C. Produção e bem-estar animal: aspectos éticos e técnicos da produção intensiva de aves. **Ciências Veterinárias dos Trópicos**. Recife, v. 11, p.49-55, abril, 2008.

RODENBURG, T. et al. Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: assimilating expert opinion. **Animal Welfare**, v. 17, p.355–361, 2008.

ROSALES, A.G.; VILLEGAS, P.; LUKERT, P.D. Isolation, identification and pathogenicity of two field strains of infectious Bursal Virus. **Avian Diseases**, College Station, v.33, n.1, p.35-41, 1989.

SAMIULLAH, S. et al. Effect of production system and flock age on eggshell and egg internal quality measurements, **Poultry Science**, Champaign, v. 96, n.1, p. 246–258, 2017. Disponível em:<<https://doi.org/10.3382/ps/pew289>>. Acesso em: 03 dez. 2019.

SAMIULLAH, S.; ROBERTS, J. R.; CHOUSALKAR, K. K. Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, p.59–70, 2014.

SAFAA, H. M. et al. Effect of main cereal of the diet and particle size of the cereal on productive performance and egg quality of brown egg-laying hens in early phase of production. **Poultry Science**, Champaign, v.88, p.608-14, 2009.

SCANES, C.G. et al. Effect of transportation and shackling on plasma concentrations of corticosterone and heterophil to lymphocyte ratios in market weight male turkeys in a commercial operation, **Poultry Science**, Champaign, v. 99, n.1, p. 546-554, 2019. Disponível em:< <https://doi.org/10.3382/ps/pez485>>. Acesso em 10 dez. 2019.

SHIMMURA, T. et al. Multi-factorial investigation of various housing systems for laying hens, **British Poultry Science**, Londres, n.5, v.1, p.31-42, 2010.

SILVA DJ, QUEIROZ AC. **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa; 2002.

SILVA, A. A.; BORGES, L.F.K. Conceitos e Considerações sobre o Bem Estar Animal na Produção de Bovinos - Revisão Bibliográfica. **Ciência e Tecnologia**, São Paulo, v. 1, p. 44-51-51, 2015.

SILVA, I. J. O.; MIRANDA, K. O. S. Impactos do bem-estar na produção de ovos. **Revista Thesis**, São Paulo, ano VI, n. 11, 1º sem. 2009.

SILVA, R. et al. Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compostos. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 661-671, 2009.

SMITS, C. H. et al. Dietary carboxymethylcellulose with high instead of low viscosity reduces macronutrient digestion in broiler chickens. **Journal of Nutrition**, Filadélfia, v.127, p.483-487. 1997.

SPIRIDON, L.; POPA, V.I. Hemicelluloses: major sources, properties and applications. In: BELGACEM, M. N.; GANDINI, A. (Ed.). **Monomers, polymers and composites from renewable resource**. Amsterdam: Elsevier, p. 289-304, 2008.

SOZCU, A. Growth performance, pH value of gizzard, hepatic enzyme activity, immunologic indicators, intestinal histomorphology, and cecal microflora of broilers fed diets supplemented with processed lignocellulose, **Poultry Science**, Champaign, v. 98, n.12, p. 6880–6887, 2019. Disponível em:< <https://doi.org/10.3382/ps/pez449>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

STEENFELDT, S.; KJAER, J.B.; ENGBERG, R.M. Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behaviour, **British Poultry Science**, Londres, v.48, p.4454-468, 2007.

TAUSON, R. Management and housing systems for layers - Effects on welfare and production. **World's Science Poultry Journal**, Londres, v.61, p.477-490, 2005.

TAUSON, R.; SVENSSON, R. A. Influence of plumage condition on the hen's feed requirements. **Swedish Journal of Agricultural Research**, Estocolmo, v.10, p.35–39, 1980.

TAYLOR P. S. et al. Ranging behavior relates to welfare indicators pre- and post-range access in commercial free-range broilers, **Poultry Science**, Champaign, v. 97, n. 6, p.1861–1871, 2018. Disponível em:< <https://doi.org/10.3382/ps/pey060>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

THEBAUDIN, J.Y. et al. Dietary fibers: nutritional and technological interest. **Trends in Food Science & Technology**, Cambridge, v.8, p.41–48, 1997.

UBA- União Brasileira de Avicultura. Protocolo de Bem-Estar para Aves Poedeiras. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 30 out. 2019.

VAN KRIMPEN, M. M. et al. 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**, Champaign, v. 88, n.4, p.759–773, 2009. Disponível em:<<https://doi.org/10.3382/ps.2008-00194>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

VAN KRIMPEN, M. M. et al. Low dietary energy concentration, high nonstarch polysaccharide concentration, and coarse particle sizes of nonstarch polysaccharides affect the behavior of feather-pecking-prone laying hens, **Poultry Science**, Champaign, v. 87, n. 3, p.485–496, 2008. Disponível em:<<https://doi.org/10.3382/ps.2007-00279>>. Acesso em: 30 nov. 2019.

VAN KRIMPEN, M.M. et al. Impact of feeding management on feather pecking in laying hens. **World's Poultry Science Journal**, Londres, v.61, p.663–685, 2005.

VITS, A. et al. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. **Poultry Science**, Champaign, v. 84, p. 1551- 1519, 2005.

VOSLAROVA, E. et al. Time course changes in selected biochemical indices of broilers in response to pre-transport handling. **Poultry Science**, Champaign, v. 90, n.10, p.2144–2152, 2011.

WSPA - World Society for the Protection of Animals. Estudo inédito mostra percepção do consumidor latino-americano sobre o bem-estar animal. Disponível em:< <https://www.worldanimalprotection.org.br/not%C3%ADcia/world-animal-protection-lanca-estudo-inedito-sobre-bem-estar-animal-e-consumo-na-america-latina>>. Acesso em: 27 out. 2019.

YAKUBU, A.; SALEKO, A. E.; IGE, A. O. Effect of genotype and housing system on the laying performance of chickens in different season in semi-humid tropics. **International Journal of Poultry Science** Faisalabad, v.6, n.6, p. 434–439, 2007.

ZEITZ, J. O. et al. Effects of dietary supplementation of the lignocelluloses FibreCell and OptiCell on performance, expression of inflammation-related genes and the gut microbiome of broilers, **Poultry Science**, Champaign, v.98, n.1, p. 287–297, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.3382/ps/pey345>>. Acesso em: 21 dez. 2019.

ZHAO, Y. et al. Environmental assessment of three egg production systems—*Part I*: Monitoring system and indoor air quality, **Poultry Science**, Champaign, v. 94, n. 3, p. 518–533, 2015. Disponível em:<<https://doi.org/10.3382/ps/peu076>>. Acesso em: 13 nov. 2019.