

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Enriquecimento ambiental para gaiolas convencionais de poedeiras
em função de diferentes densidades de alojamento**

Danielle Priscila Bueno Fernandes

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba
2016**

Danielle Priscila Bueno Fernandes
Engenheira Agrônoma

**Enriquecimento ambiental para gaiolas convencionais de poedeiras em
função de diferentes densidades de alojamento**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **IRAN JOSÉ OLIVEIRA DA SILVA**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Fernandes, Danielle Priscila Bueno

Enriquecimento ambiental para gaiolas convencionais de poedeiras em função de diferentes densidades de alojamento / Danielle Priscila Bueno Fernandes. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.

141 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Produção de ovos 2. Mortalidade 3. Qualidade dos ovos 4. Comportamento
5. Integridade física 6. Perdas econômicas I. Título

CDD 636.514
F363e

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais e ao meu orientador

*Aos meus pais Marcos e Cleide pelo apoio e amor dedicados neste importante
percurso e durante a minha vida.*

*Ao meu orientador Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva pela confiança e grande
contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por terem ficado sempre ao meu lado no decorrer da pós-graduação.

Ao meu orientador Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva por acreditar no meu potencial, compreender e trabalhar junto comigo para a realização deste sonho.

Ao meu namorado, Judson, pelo amor, incentivo, companheirismo e por me fazer sorrir nesse período.

A secretária do departamento e amiga Ilze Helena por ter me ajudado e me alegrado tanto com o seu alto astral.

Aos alunos e companheiros do NUPEA Ana Carolina, Ariane, Karina, Nathália, Patricya e Paulo pela amizade e parceria na condução de tarefas diárias. Agradeço em especial a minha amiga Dra. Aérica Nazareno pelos conselhos e companheirismo.

A Dra. Nilce Maria Soares pela ajuda, parceria e por ter cedido o laboratório do Instituto biológico para análises da qualidade dos ovos.

A funcionária do Instituto Biológico Lucimar pela amizade e ajuda na condução das análises de qualidade dos ovos.

Ao Prof. Dr. Luis Carlos de Almeida e Prof. Dra. Sônia Maria de Stefano Piedade pela realização da análise estatística dos dados.

Aos meus amigos Sônia, Natalino, Simone, Dona Maria, Seu Zé e Almir por cuidarem de mim durante minha estadia em Bastos.

Ao médico veterinário Sérgio Kakimoto pelo apoio e parceria na condução da pesquisa.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	23
2.1 Bem-estar animal	23
2.2 Comportamento natural de poedeiras e sistemas de alojamento.....	25
2.3 Sistemas convencionais em bateria vs sistemas de gaiolas modificadas	27
2.4 Integridade física de galinhas poedeiras em diferentes tipos de sistemas de alojamento.....	28
2.5 Qualidade dos ovos.....	32
2.5 Enriquecimento ambiental para aves.....	34
2.6 Densidade das aves em gaiolas convencionais	37
2.7 Influência do tamanho de grupo em sistemas com gaiolas	42
2.8 Adaptações de gaiolas convencionais para o brasil	44
Referências	49
3 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES PRODUTIVOS DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS CONVENCIONAIS COM DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DENSIDADES DE ALOJAMENTO	65
Resumo.....	65
Abstract.....	65
3.1 Introdução	66
3.2 Material e métodos.....	67
3.2.1 Caracterização do sistema de criação.....	67
3.2.2 Caracterização climática do local.....	70
3.2.4 Análise estatística	72
3.3 Resultados e discussão.....	72
3.3.1 Caracterização climática	72
3.3.2 Mortalidade.....	74
3.3.3 Produção de ovos	75

3.4 Conclusões parciais.....	78
Referências.....	78
4 QUALIDADE DOS OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS CONVENCIONAIS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DENSIDADES DE ALOJAMENTO.....	85
Resumo	85
Abstract.....	86
4.1 Introdução.....	86
4.2 Material e métodos.....	88
4.2.1 Avaliação física dos ovos	88
4.2.1.1 Análise da integridade e limpeza da casca.....	88
4.2.1.2 Gravidade específica (GE)	90
4.2.1.3 Peso do ovo (PO), Altura do albúmen (AA), Unidade Haugh (UH) e resistência da casca (RC) e índice de gema (IG)	91
4.2.1.4 Porcentagem de gema (PG), de albúmen (PA) e de casca (PC)	91
4.2.1.5 Espessura da casca (EC).....	92
4.2.1.6 Incidência de pontos com carne ou sangue na gema e/ou no albúmen.....	92
4.2.2 Análise estatística.....	93
4.3 Resultados e discussão	94
4.4 Conclusões parciais	102
Referências.....	102
5 BEM-ESTAR ANIMAL: ANÁLISE DA PERFORMANCE FÍSICA E COMPORTAMENTAL DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS CONVENCIONAIS EM DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DENSIDADES DE ALOJAMENTO	109
Resumo	109
Abstract.....	109
5.1 Introdução.....	110
5.2 Material e métodos	112
5.2.1 Avaliação do bem-estar de galinhas poedeiras	112
5.2.1.1 Avaliação física das aves.....	113
5.2.1.2 Avaliação do comportamento	117

5.2.1.3 Análise estatística	118
5.3 Resultados e discussão.....	118
5.4 Conclusões parciais	133
Referências	133
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	141

RESUMO

Enriquecimento ambiental para gaiolas convencionais de poedeiras em função de diferentes densidades de alojamento

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar o efeito do uso de enriquecimento ambiental em gaiolas convencionais de galinhas poedeiras alojadas em diferentes densidades. A parte experimental deste estudo foi dividida em três capítulos. No capítulo três foi registrada a porcentagem de produção dos ovos, de mortalidade, e monitoradas a temperatura do ar seco ($^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar (%), calculando-se assim a entalpia específica ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ar seco). No quarto capítulo são exibidos os resultados da qualidade dos ovos baseados em avaliações externas e internas do produto, conforme as seguintes variáveis: Peso do ovo (g), gravidade específica ($\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$), unidade Haugh, índice de gema, resistência de casca, espessura de casca, porcentagem de casca, porcentagem de gema, porcentagem de albúmen, porcentagem de ovos com manchas de carne na gema e no albúmen, manchas de sangue na gema, porcentagem de ovos rachados, quebrados, sujos, pouco sujos, limpos e anormais. No quinto capítulo foi avaliado o comportamento e a performance física das aves por meio de análises da condição da plumagem, do coxim plantar, do esterno e da crista. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3×3 , ou seja, 3 tipos de enriquecimento ambiental e 3 tipos de densidades de alojamento, gerando-se assim 9 tratamentos, sendo eles: T1 (450 cm^2/ave + cordas), T2 (750 cm^2/ave + cordas), T3 (1125 cm^2/ave + cordas), T4 (450 cm^2/ave + cortinas), T5 (750 cm^2/ave + cortinas), T6 (1125 cm^2/ave + cortinas), T7 (450 cm^2/ave + sem enriquecimento), T8 (750 cm^2/ave + sem enriquecimento), T9 (1125 cm^2/ave + sem enriquecimento). Os resultados evidenciaram que o uso de enriquecimento ambiental e diferentes densidades de animais/gaiola não tiveram influência significativa na mortalidade e na produção de ovos de galinhas poedeiras na tipologia da instalação estudada. Além disso, o efeito da inserção de enriquecimento ambiental na integridade física das aves variou conforme a densidade de alojamento e contribuiu positivamente na saúde dos pés e na integridade das penas. Tratamentos com alta densidade de alojamento, ou seja, com 5 aves/gaiola, causam supressão do comportamento, aumentam a agressividade e diminuem o acesso da ave aos recursos disponíveis na gaiola. Os dados evidenciaram que a utilização de enriquecimento ambiental e menores densidades de alojamento exerceram efeito positivo na qualidade externa dos ovos e diminuíram a incidência de partículas estranhas neste produto, melhorando-o visualmente e diminuindo as suas perdas. Conclui-se que a inserção de enriquecimento ambiental é uma importante ferramenta para melhorar as condições de bem-estar e a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras e este efeito pode variar em função de diferentes densidades de alojamento.

Palavras-chave: Produção de ovos; Mortalidade; Qualidade dos ovos; Comportamento; Integridade física; Perdas econômicas

ABSTRACT

Environmental enrichment for conventional laying cages with different stocking densities

The objective of this research was to evaluate the effect of the use of environmental enrichment in conventional cages for laying hens housed in different stocking densities. The experimental part of this study was divided into three sections. At third chapter was recorded the percentage of production of eggs, mortality, and monitored the temperature of the dry air ($^{\circ}\text{C}$) and relative humidity (%), calculating thus the specific enthalpy ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ air dry). In the fourth chapter are shown the results of the egg quality based on external and internal evaluation of the product, according to the following variables: egg weight (g), specific gravity ($\text{g}\cdot\text{ml}^{-1}$), Haugh unit, yolk index, shell strength, shell thickness, shell percentage, yolk percentage, albumen percentage, percentage of eggs with meat spots in the yolk and albumen, blood spots on the yolk, percentage of cracked eggs, broken eggs, dirty eggs, dirty little eggs, clean and abnormal eggs. In the fifth chapter was analyzed the behaviour and the physical performance of birds through the plumage condition, the footpad condition, the sternum and the comb condition. The experimental design was completely randomized in a factorial 3×3 (3 types of environmental enrichment and 3 types of stocking densities). It generated 9 treatments, as follows: T1 (450 cm^2/bird + strings), T2 (750 cm^2/bird + strings), T3 (1125 cm^2/bird + strings), T4 (450 cm^2/bird + curtains), T5 (750 cm^2/bird + curtains), T6 (1125 cm^2/bird + curtains), T7 (450 cm^2/bird + without enrichment), T8 (750 cm^2/bird + without enrichment), T9 (1125 cm^2/bird + without enrichment). The results showed that the use of environmental enrichment and different stocking densities of animals/cage had no significant influence on mortality and production of laying hens in the typology of the studied installation. Moreover, the effect of environmental enrichment on the physical integrity of birds varied according to the stocking density and contributes positively to the health of the feet and integrity of plumage. Treatments with high density, i.e., with 5 animals/cage, causing suppression of behavior, increased aggression and decrease the bird's access to resources available in the cage. The data show that the types of environmental enrichment and lower stocking densities had a positive effect on the external quality of eggs and decreased the incidence of foreign particles in this product, improving it visually and reducing their losses. It is concluded that environmental enrichment insertion is an important tool to improve the welfare and egg quality of laying hens and this effect may vary according to different stocking densities.

Keywords: Egg production; Mortality; Quality of eggs; Behavior; Physical; Economic losses

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - A relação entre bem-estar animal e produtividade (adaptada de Mcinerney, 2004).....	23
Figura 2 - Porta chaves e objeto para enriquecimento fabricado por Gallus Ltd.....	46
Figura 3 - Vista em 3D (A) e esquema frontal (B) do galpão com disposição das gaiolas em sistema piramidal	68
Figura 4 - Disposição dos barbantes (indicados por círculos pretos) no interior das gaiolas com densidade de 450 cm ² /ave (A), 750 cm ² /ave (B) e 1125 cm ² /ave (C).....	69
Figura 5 - Representação do local do compartimento instalado no interior das gaiolas (A) e (B).....	70
Figura 6 - Média diária da temperatura do ar (°C) UR (%) e H (kJ.kg ⁻¹ de ar seco) de 19 a 60 semanas de idade das aves e apresentação da faixa de termoneutralidade para galinhas poedeiras (em preto) e entalpia específica de conforto (em azul)	72
Figura 7 - Mortalidade entre os tipos de enriquecimento ambiental para tratamentos com 5 (a), 3 (b) e 2 (c) aves/gaiola e para o padrão da linhagem ISA Brown no período de 19 a 60 semanas de idade das aves.....	74
Figura 8 - Variação da taxa de produção de ovos em cada tratamento e para o padrão da linhagem no período de 20 a 60 semanas de idade das aves.....	76
Figura 9 - Ovo pouco sujo (A) e sujo (B)	89
Figura 10 - Ovos trincados (A) e quebrados (B).....	89
Figura 11 - Aferição da gravidade específica dos ovos.....	90
Figura 12 - Estufa para secagem das cascas (A) e determinação da sua espessura (B)	92
Figura 13 - Incidência de mancha de carne no albúmen, mancha de carne na gema (B) e mancha de sangue na gema (C)	93
Figura 14 - Porcentagem de ovos classificados conforme o peso para tratamentos com cordas, cortinas e sem enriquecimento ambiental.....	96
Figura 15 - Placas de EVA para identificação das aves.....	113

- Figura 16 – Avaliação das deformações nas penas para escore b (A) e escore c (B)..... 114
- Figura 17 - Avaliação de bicadas na crista de poedeiras com escore 0 (A), escore 1 (B) e escore 2 (C) 115
- Figura 18 - Análise visual para avaliação do coxim plantar evidenciando pés com proliferação do epitélio (A) (escore 1) e inchaço dos pés, dorsalmente visível (B) (escore 2)..... 116
- Figura 19 - Avaliação das deformações no esterno de galinhas poedeiras. Esterno retilíneo (A) com escore 0, esterno com desvio (B) e deformação (C) com escore 2. Fonte: Welfare Quality, 2009..... 117
- Figura 20 - Porcentagem de aves que apresentaram escore 1 e 2 para a plumagem (a) ($p = 0,033$; $\chi^2 = 10,44$), coxim plantar (b) ($p = 0,0001$; $\chi^2 = 18,06$) e crista (c) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 13,60$) para cada tipo de enriquecimento ambiental. *Valores significativos baseados na análise do resíduo..... 120
- Figura 21 - Porcentagem de aves que apresentaram escore 1 e 2 para a plumagem (a) ($p = 0,002$; $\chi^2 = 17,09$), coxim plantar (b) ($p = 0,32$; $\chi^2 = 2,31$) e crista (c) ($p = 0,09$; $\chi^2 = 7,98$) para cada densidade de alojamento. **valores significativos baseados na análise do resíduo 122
- Figura 22 - Porcentagem de aves que apresentaram escore 1 e 2 para a plumagem (a) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 32,13$), coxim plantar (b) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 21,14$) e crista (c) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 33,09$) para todo os tratamentos. *Valores significativos baseados na análise do resíduo 123

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Preferência de pintos de corte e galinhas poedeiras por diferentes tipos de cores de objetos em ordem cronológica.....	36
Tabela 2 - Parâmetros avaliados e as consequências da redução de espaço por galinha poedeira alojada em gaiola.....	38
Tabela 3 - Objetos para enriquecimento ambiental e variáveis estudadas em outros experimentos de acordo com a linhagem e idade das aves.....	47
Tabela 4 - Peso, gravidade específica, unidade Haugh, índice de gema, resistência de casca, espessura de casca e porcentagem de casca, de gema e de albúmen dos ovos de galinhas poedeiras criadas em diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.....	94
Tabela 5 - Limpeza e integridade da casca dos ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais em função de diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.....	98
Tabela 6 - Incidência de partículas estranhas nos ovos para a associação entre enriquecimento ambiental e densidade de alojamento.	100
Tabela 7 – Porcentagem de ovos com incidência de partículas estranhas para cada fator.....	101
Tabela 8 - Etograma de trabalho utilizado para a avaliação animal-focal das aves poedeiras nos diferentes tratamentos.	118
Tabela 9 - Porcentagem de tempo de cada comportamento realizado pelas aves em cada densidade de alojamento.....	125
Tabela 10 - Porcentagem de tempo de cada comportamento realizado pelas aves em cada tipo de enriquecimento ambiental.....	128
Tabela 11 - Porcentagem de tempo de cada comportamento realizado pelas aves para a combinação dos fatores "enriquecimento ambiental" e "densidade de alojamento".	129
Tabela 12 - Resumo geral da influência do enriquecimento ambiental e da densidade de alojamento na integridade física das aves.....	132

1 INTRODUÇÃO

O setor de postura se dinamizou ao longo do tempo para atender as exigências do consumidor bem como diminuir as perdas produtivas. Este fato é notável diante da tendência de automação do sistema de postura, com a inserção de esteiras para a coleta dos ovos, aração automático e também o monitoramento das condições ambientais no interior dos galpões em sistemas controlados.

Embora essa dinamização tenha contribuído positivamente no setor de postura, a utilização de gaiolas convencionais em combinação com altas densidades de alojamento de galinhas poedeiras, utilizadas no sistema brasileiro de produção de ovos, é um fator preocupante tanto para a saúde e bem-estar das aves, quanto para os prejuízos econômicos que o produtor pode ter.

Quando essas aves são alojadas em gaiolas convencionais, o ambiente monótono e a falta de movimentação, em consequência do espaço limitado, provocam alterações negativas na integridade física do animal, no seu comportamento, na qualidade dos ovos e no seu desempenho produtivo.

A limitação de movimento e a supressão do comportamento natural das aves resultam diretamente em comportamentos anormais como arranque de penas e canibalismo, bem como problemas ósseos, além do aumento da dificuldade de perda de calor pela ave em condições de países tropicais como o Brasil, o que pode levar o animal ao óbito.

Objetivando melhorar as condições de criação e qualidade de vida das galinhas poedeiras, na União Europeia foram criadas algumas normas (diretiva 1999/74/CE) e, dentre elas, foram exigidos o aumento do tamanho na área a ser disponibilizada para as galinhas e o estabelecimento de dimensões adequadas, além da consideração de alguns materiais utilizados para enriquecimento das gaiolas, como poleiros, cama, área de desgaste de unhas, entre outros.

Dessa forma, atualmente a atenção tem sido focada nos diferentes tipos de sistemas de criação de aves poedeiras e na proibição do uso das gaiolas convencionais. Entretanto, essa exigência está vinculada por enquanto aos países da União Europeia, bem como aos que proibiram a criação de galinhas poedeiras em gaiolas convencionais.

Acredita-se que a médio e longo prazo, serão adotados novos sistemas de criação para essa cadeia produtiva. Uma grande motivação para essa mudança é a pressão cada vez maior dos consumidores para adquirir produtos éticos, provindos de um sistema de produção onde animais tiveram boas condições de vida.

A decisão da União Europeia vinculada à substituição de gaiolas convencionais foi baseada nas cinco liberdades relacionadas ao bem-estar dessas aves: livre de fome e de sede, livre de desconforto, livre de injúrias, doenças e dor, livre de medo e de angústia e livre para expressar seu comportamento natural sendo que, de acordo com pesquisas já realizadas, o sistema convencional era carente principalmente em relação à liberdade da ave para se movimentar e expressar o seu comportamento natural.

No Brasil, esse assunto vem recebendo destaque devido à pressão política para que sejam oferecidas melhores condições de vida aos animais de produção, fato este, que representa o primeiro passo para mudanças benéficas no sistema produtivo.

Devido ao custo para se adequar aos sistemas já adotados no exterior, o Brasil deve enfrentar um período de adaptação, buscando métodos alternativos para melhorar o bem-estar de galinhas poedeiras, sem, contudo, encarecer demasiadamente o sistema ou modificar o manejo já adotado. O uso de enriquecimento ambiental em gaiolas convencionais combinado com a adequação da área por ave pode ser eficaz, visto que é capaz de contribuir para a melhoria da integridade física e comportamental da ave, bem como dos seus índices produtivos, reduzindo perdas.

Em função do exposto anteriormente as hipóteses deste trabalho são H_0 : A inserção de enriquecimento ambiental para diferentes densidades de aves em gaiolas convencionais não terá influência no bem-estar de galinhas poedeiras, contra H_1 : A inserção de enriquecimento ambiental em gaiolas convencionais com diferentes densidades de aves terá influência no bem-estar de galinhas poedeiras. Assim, o objetivo principal dessa pesquisa foi avaliar o efeito do uso de enriquecimento ambiental em gaiolas convencionais de galinhas poedeiras alojadas em diferentes densidades.

Como objetivos específicos têm-se:

- Avaliar os efeitos de diferentes tipos de enriquecimento ambiental em diferentes densidades de alojamento na produção de ovos e mortalidade de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais;
- Avaliar a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais em função de diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento;
- Analisar a performance física e o comportamento de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais com diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Bem-estar animal

O bem-estar animal é um dos assuntos mais discutidos atualmente, principalmente para animais de produção e de zoológicos, visto que estes são desligados do seu habitat natural, o que interfere no seu comportamento, bem como na sua fisiologia.

As práticas de manejo sempre estiveram relacionadas com o objetivo de se obter maiores produtividades dos animais, sendo que menores produtividades podem muitas vezes estar relacionadas a um bem-estar pobre. Porém, nem sempre o aumento na produtividade dos animais de uma fazenda é indicativo de que estão sendo criados dentro das boas práticas de bem-estar animal, visto que o animal pode dispor de ferramentas que envolvem alterações no seu comportamento e na sua fisiologia para contornar inadequações presentes, na tentativa de se adaptar ao seu ambiente (BROOM, 1986; MOLENTO, 2005).

McInerney (2004) *apud* Molento (2005) mostra graficamente a relação entre bem-estar animal e produtividade (Figura 1).

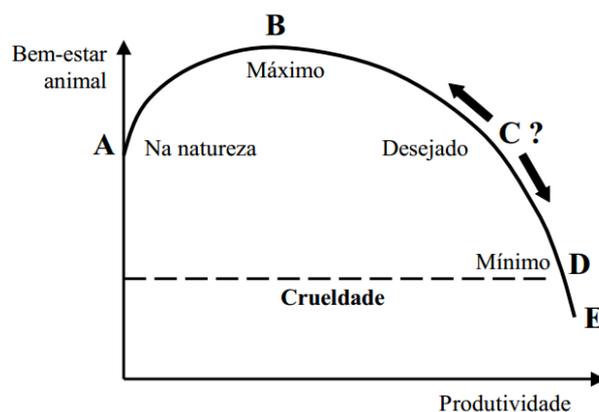


Figura 1 - A relação entre bem-estar animal e produtividade (adaptada de McInerney, 2004).

Com aumentos de produção causados por um melhor manejo há aumentos no grau de bem-estar, o que corresponde ao espaço de A a B. Conforme o sistema se torna mais intensivo e as técnicas de criação buscam explorar ainda mais o potencial biológico do animal, ocorrem aumentos adicionais de produtividade enquanto

decrece o nível de bem-estar animal, observado pelo ponto B. Abaixo do ponto D o grau de bem-estar se enquadra como crueldade. O formato da curva indica que as primeiras melhorias de bem-estar, por exemplo, de D para C, podem ser obtidas a um custo relativamente baixo. Entretanto, os movimentos em direção a níveis crescentes de bem-estar de C para B tornam-se progressivamente mais dispendiosos.

Para a aferição do bem-estar animal, algumas ferramentas podem ser utilizadas como a avaliação da habitação (piso/tipo de cama), aspectos do animal (densidade de ocupação, raça e nutrição), práticas de manejo, a inspeção física dos animais (perda de penas, fraturas ósseas), observações comportamentais e alguns registros coletados na propriedade rural (incidência de doenças, mortalidade) (EDGAR et al., 2013).

Com relação à avicultura de postura, de acordo com Sherwin et al. (2010) os genótipos modernos dos animais relacionados a esta cadeia são pobres em relação ao bem-estar animal, pois procurando-se rápido crescimento, modificações no metabolismo dessas aves foram realizadas resultando em alta produção de calor. Além disso, com a finalidade de explorar a capacidade máxima de criação, os produtores tendem a aumentar a densidade de alojamento dessas aves nas gaiolas, o que pode prejudicar ainda mais o comportamento, a integridade física, bem como os aspectos de qualidade física dos ovos.

No Brasil, os sistemas de criação se baseiam, em sua maioria, na criação de poedeiras em gaiolas convencionais. Entretanto, para a ave esse ambiente é extremamente monótono devido à ausência de materiais que contribuam para o enriquecimento do local e também ao espaço limitado, que não permite a movimentação e a expressão do comportamento natural desses animais. Como consequência, podem surgir problemas ósseos (STOJČIĆ et al., 2012), comportamentos anormais, como estereotípias (TANAKA e HURNIK, 1992), canibalismo (ABREU et al., 2006b; DAIGLE et al., 2014) arranque de penas (KUNST, 2012; LUKANOV e ALEXIEVA, 2012), dentre outros.

2.2 Comportamento natural de poedeiras e sistemas de alojamento

Todos os animais apresentam comportamentos naturais da espécie que devem ser priorizados para garantir que eles se sintam em um ambiente agradável e o seu bem-estar não seja comprometido. No caso das poedeiras, o comportamento natural está relacionado a esticar e bater asas, bicar, ciscar, tomar banho de areia, realizar postura no ninho, empoleirar, entre outros (APPLEBY, 1998; JONES et al., 2002; SHIMMURA et al., 2007; DAIGLE et al., 2014).

De acordo com Appleby (1998) alguns comportamentos como empoleirar, nidificar, ciscar, movimento local e sincronia de movimentos, são considerados importantes para galinhas poedeiras. Segundo Odén et al. (2002), para poedeiras híbridas com um fotoperíodo de 14 h o padrão diário são atividades de pré-postura e postura do ovo na parte da manhã, seguidas do comportamento de comer, beber, descansar, alisar penas e realizar banhos de areia ao meio dia, ciscar e forragear à tarde e empoleirar-se à noite.

Weeks e Nicol (2006) afirmam que o comportamento de pré-postura e de postura é uma necessidade comportamental e possui prioridade alta para galinhas poedeiras, sendo classificado acima da alimentação. Estes mesmos autores evidenciam que empoleirar é uma prioridade comportamental para essas aves, sendo que galinhas trabalham para o acesso aos poleiros à noite, e a frequência de sua utilização em gaiolas de alojamento é cerca de 25% durante o dia e até 100% durante a noite.

Os estudos que envolvem diversos sistemas de criação de galinhas poedeiras fornecem evidências de que o comportamento dessas aves varia de acordo com o ambiente em que são criadas. De acordo com Shimmura et al. (2010), os sistemas de criação livres de gaiolas (free-range e cage-free) são ideais para proporcionar às galinhas poedeiras a liberdade para expressarem o seu comportamento normal. Entretanto, nas gaiolas enriquecidas, esses autores observaram que o comportamento das aves foi mais diverso, principalmente nas gaiolas consideradas pequenas (604,5 cm²/ave) se comparadas às grandes (837 cm²/ave).

Os autores supracitados observaram maior frequência de bicadas agressivas e arranque de penas entre as aves nos sistemas de alojamento que comportam

tamanhos grandes de grupos, como gaiolas enriquecidas grandes, sistema de aviário e free-range.

Estudos elaborados nessa mesma linha, foram realizados por Shimmura et al. (2009) que relacionaram gaiolas convencionais (5 aves) e gaiolas enriquecidas pequenas e médias (5 e 10 aves, respectivamente) contendo área para banho de areia e caixa ninho em ambos os lados da gaiola, bem como área para banho de areia e caixa ninho apenas de um lado da gaiola, todas com área de 604,5 cm²/ave. De acordo com os resultados, a movimentação foi mais frequente em gaiolas enriquecidas médias em comparação às gaiolas convencionais. Nesse mesmo estudo, a proximidade das áreas para banho de areia e da caixa ninho, favoreceu a ocorrência de bicadas agressivas entre as aves, bem como a menor massa e produção de ovos. Porém, quando estes tipos de enriquecimento foram mantidos em lados opostos, as galinhas punham ovos no chão da gaiola com maior frequência.

A impossibilidade de galinhas poedeiras expressarem o seu comportamento natural pode agravar o estresse provocado por esse sistema de criação e resultar em comportamentos agressivos e anormais como arranque de penas e canibalismo, afirmaram Silva et al. (2006). De acordo com Kunst (2012), os fatores que mais influenciam na agressividade dessas aves são a hierarquia social, a ausência de fonte de alimento, a inserção de grandes grupos sociais e a alta densidade de alojamento.

Para reduzir a incidência de arranque de penas, resultado da agressividade entre as aves, Dixon et al. (2010) afirmaram que o uso do enriquecimento ambiental pode ser eficaz. Em estudo desenvolvido por estes autores, foi observado o efeito da utilização do banho de areia, forragem, novos objetos ou o não enriquecimento sobre o arranque de penas das aves. Os autores verificaram que o uso de nenhum enriquecimento aumentou o arranque de penas em comparação a quando forragem foi disponibilizada.

Alguns autores evidenciaram que o enriquecimento ambiental pode favorecer a expressão do comportamento natural de galinhas poedeiras (APPLEBY et al., 2002; BARNETT et al., 2009; POHLE e CHENG, 2009). Pohle e Cheng (2009) observaram que galinhas poedeiras que são mantidas em gaiolas em bateria apresentam maior inquietação, como maior tempo gasto andando e explorando o local, diferentemente

de aves mantidas em gaiolas enriquecidas com poleiros, área para espojar, para desgastar as unhas e área de ninho com cortina, pois foi verificado que estas adquiriram com maior frequência o comportamento de espojar.

Embora o enriquecimento ambiental beneficie a expressão do comportamento natural das aves, a hierarquia social desses animais pode influenciar fortemente a utilização destes recursos (SHIMMURA et al., 2008). Para minimizar a influência da hierarquia social na utilização dos recursos disponíveis na gaiola é necessário dimensionar os aparatos utilizados de acordo com o tamanho do grupo e espaço disponível.

2.3 Sistemas convencionais em bateria vs Sistemas de gaiolas modificadas

Para alcançar o sistema de criação mais adequado para galinhas poedeiras, ou seja, que promova melhorias no seu bem-estar, já foram realizados diversos estudos que envolvem adaptações nos sistemas convencionais, em gaiolas enriquecidas, bem como nos sistemas livres de gaiolas (HUBER-EICHER, 2004; STRUELENS et al., 2008; ABREU et al., 2006a; ZUPAN et al., 2007; KAPPELI et al., 2011).

Os estudos já desenvolvidos que comparam gaiolas enriquecidas e convencionais são de fato importantes para verificar o que pode ser adaptado para as gaiolas utilizadas nos sistemas brasileiros de criação de poedeiras, como tipos de enriquecimento ambiental, densidade de aves e tamanhos de grupo.

Essas pesquisas permitem também observar qual é a importância da utilização do enriquecimento de gaiolas no comportamento das aves, e os fatores que podem influenciar na eficiência do sistema, como design dos objetos utilizados, manejo, números de aves por gaiola, hierarquia social e o genótipo utilizado (SHIMMURA et al., 2008; MOE et al., 2010; STOJČIĆ et al., 2012; LUKANOV E ALEXIEVA, 2012; BLATCHFORD et al., 2015). Entretanto, deve-se considerar que a comparação das informações de alguns estudos não se aplica às situações brasileiras, uma vez que o nosso sistema de produção é diferenciado por apresentar instalações totalmente abertas.

Em sistemas com gaiolas convencionais, fatores negativos para o bem-estar das aves como a monotonia das gaiolas, o espaço limitado, as altas densidades de

alojamento e a dificuldade de perder calor para o ambiente se tornam passíveis de adaptações para melhoria das condições de bem-estar das aves, por questões éticas, para a redução de perdas, aumento da qualidade e agregação de valor ao produto final.

A monotonia nas gaiolas é fator preocupante para o bom desenvolvimento de galinhas poedeiras, pois influencia negativamente na expressão dos comportamentos naturais e conseqüentemente no seu bem-estar. Esse empobrecimento ambiental pode ocasionar o comprometimento cognitivo, aumentando o medo, a depressão e a agressividade entre as aves (BRYAN JONES e WADDINGTON, 1992; TANAKA e HURNIK, 1992; SHERWIN, 1995; MCADIE et al., 2005; ABREU et al., 2006a; FERNANDES et al., 2015a).

Como estratégia para diminuir a monotonia do alojamento, o enriquecimento ambiental das gaiolas pode ser uma alternativa importante, visto que alguns estudos mostram alta interação de aves com o aparato utilizado e o aumento do repertório comportamental (EL-LETHEY et al., 2000; GUNNARSSON et al., 2000; ABREU et al., 2006a; ABREU et al., 2006b; JONG et al., 2007; LEONE E ESTÉVEZ, 2008; PICKEL et al., 2010; FERNANDES et al., 2015).

Por essa razão, os sistemas de gaiolas enriquecidas se tornam eficientes, pois além de apresentarem diversidade de tipos de enriquecimento ambiental, possuem maior dimensão das gaiolas, bem como maior espaço por ave, e quando comparado às gaiolas convencionais, são importantes na melhoria do consumo de ração, da conversão alimentar, da condição das penas, da produção de ovos, do comportamento de conforto, da qualidade óssea e na diminuição da mortalidade (APPLEBY et al., 2002; TACTACAN et al., 2009; LUKANOV e ALEXIEVA, 2012).

2.4 Integridade física de galinhas poedeiras em diferentes tipos de sistemas de alojamento

Como foi observado a partir dos trabalhos supracitados, o bem-estar de galinhas poedeiras pode ser altamente afetado quando elas são criadas em sistemas de gaiolas convencionais. Por estarem submetidas a um espaço limitado, seus movimentos e atividades são restringidos, e conseqüentemente, a frequência

com que realizam seus exercícios, também influenciando negativamente na integridade óssea das aves (STOJČIĆ et al., 2012) na qualidade das penas (WYSOCKI et al., 2010) bem como na saúde dos pés (WEITZENBÜRGER et al., 2006).

Ao serem submetidas à restrição de movimentos em gaiolas convencionais, há diminuição da resistência à força do úmero e da tíbia em galinhas poedeiras, o que pode levar à osteoporose (NORGAARD-NIELSEN, 1990; NORGAARD-NIELSEN et al., 1993; LAY et al., 2011).

Quando se compara a integridade óssea de galinhas poedeiras alojadas em gaiolas convencionais com as chamadas “gaiolas enriquecidas” que possuem maior largura, profundidade, altura e poleiro, verifica-se que há aumento da qualidade dos ossos nestas últimas (TACTACAN et al., 2009; VALKONEN et al., 2010).

Livres de gaiolas, como ocorre nos sistemas de aviários, as aves podem apresentar maior resistência óssea, comparadamente às gaiolas convencionais e modificadas (LEYENDECKER et al., 2005; FLEMING et al., 2006). Entretanto, aves submetidas a gaiolas modificadas apresentam maior resistência à ruptura do osso em relação às convencionais (LEYENDECKER et al., 2005). Segundo Moinard et al. (1998) e Barnett et al. (2009) um dos fatores que exercem mais influência nesse sentido é a altura mais elevada da gaiola e a existência de poleiros, pois esses elementos contribuem para o aumento da força do úmero e na diminuição da incidência de aves com asas quebradas.

Ao contrastar sistemas de aviários e sistemas de gaiolas convencionais em bateria, observa-se que estas últimas influenciam negativamente nos ossos da tíbia e no úmero de galinhas poedeiras, deixando-os mais fracos (ABRAHAMSSON e TAUSON, 1995). Para melhorar a qualidade óssea, estudos já desenvolvidos apontam que na presença de poleiros, essas aves apresentam menor probabilidade de aves com osteoporose e incidência de ossos quebrados em relação a galinhas alojadas em gaiolas convencionais e sem enriquecimento (GREGORY et al., 1990; HUGHES et al., 1993).

Nessa linha de comparação entre os sistemas, Wilkins et al. (2011) realizaram uma avaliação precisa dos níveis de quebras dos ossos de poedeiras nos sistemas free-range, orgânico, aviário e de gaiolas enriquecidas. De acordo com os

resultados, todos os sistemas foram associados a níveis alarmantes de danos na quilha. Galinhas alojadas em gaiolas enriquecidas apresentaram a menor prevalência (36%), apesar de também terem ossos significativamente fracos.

Em relação à qualidade da plumagem de galinhas poedeiras, Wysocki et al. (2010) afirmam que esta pode muitas vezes estar associada à agressividade e é influenciada tanto pelos fatores endógenos (genéticos e fisiológicos) como os ambientais (alimentação, densidade e condições de habitação). Alguns estudos evidenciam que alterações na plumagem estão relacionadas ao tamanho do grupo, densidade de alojamento, linhagem e idade das aves (ALLEN e PERRY, 1975; APPLEBY et al., 1989; WEGNER, 1990; HANSEN e BRAASTAD, 1994; CARMICHAEL et al., 1999; NICOL et al., 1999; BILČÍK e KEELING, 2000; KJAER e SØRENSEN, 2002; ZIMMERMAN et al., 2006).

Outro fator importante, que influencia no aumento da agressividade, é a supressão do comportamento das aves provocada pelo sistema de criação utilizado, gerando assim, dor e sofrimento (DIXON et al., 2010; SHIMMURA et al., 2009). Para diminuir comportamentos agressivos Johnsen et al. (1998) e Dixon et al. (2010) indicam a inserção de enriquecimento ambiental como alternativa viável ao produtor.

Em estudo realizado por Johnsen et al. (1998) esses autores observaram que aves criadas com areia e palha durante as quatro primeiras semanas de idade tinham melhor qualidade das penas às 19, 33 e 45 semanas de idade em comparação às aves criadas com palha e arame.

Appleby (1998) afirma que aves criadas em gaiolas convencionais apresentam menor desgaste de penas em relação aos demais sistemas. Essa afirmação não está de acordo com os resultados encontrados por Bareham (1976), pois este autor evidenciou que a presença de enriquecimento ambiental em gaiolas modificadas com área de 578 cm²/ave (incluindo área do ninho), piso horizontal, aumentadas em altura, com a presença de ninho e poleiro, resultaram na melhor condição das penas quando comparada com gaiolas convencionais com 600 cm²/ave.

De acordo com Moinard et al. (1998) a condição das penas pode estar associada diretamente à presença ou ausência de enriquecimento ambiental e não à altura das gaiolas, visto que ao observarem o efeito de alturas diferenciadas (40 e 60 cm) das gaiolas e áreas por ave de 450, 600 e 800 cm² na condição das penas de

galinhas poedeiras, verificaram que a qualidade das penas não esteve associada ao tipo de gaiola.

Quanto à integridade das patas de galinhas poedeiras, os estudos nessa área concluem que esse fator está associado ao tipo de sistema de criação, à densidade de alojamento, ao regime alimentar, peso, sexo, qualidade da cama e ao tipo de piso (HILL, 1975; APPLEBY, 1998; MAYNE, 2005).

Para aves alojadas em gaiolas convencionais, os maiores problemas com os danos nas patas estão associados à alta densidade de animais. Em estudo desenvolvido por Hill (1975) com galinhas poedeiras alojadas em gaiolas convencionais e submetidas a 310, 387 e 464 cm² por ave e por Davami et al. (1987) com aves alojadas em 300 e 420 cm²/ave, os autores verificaram que a incidência de alterações nas patas aumentou conforme a diminuição de espaço por ave.

As gaiolas convencionais contribuem para que as aves desenvolvam problemas nos pés, como a hiperqueratose (LAY et al., 2011), quando se faz a comparação com as aves criadas em gaiolas modificadas (APPLEBY, 1998; TAUSON et al., 1999), sendo que o *bumblefoot* é considerada a lesão mais grave nos pés, aumentando com a idade e observada frequentemente em sistemas livres de gaiolas (ABRAHAMSSON E TAUSON, 1995; LAY et al., 2011; BLATCHFORD et al., 2015).

Lay et al. (2011) afirmam que galinhas poedeiras, além da hiperqueratose e *bumblefoot*, podem desenvolver casos de dermatite nos pés. De acordo com esses mesmos autores, essa dermatite é uma inflamação do tecido da região plantar do pé. Em seus estágios iniciais, a epiderme sofre descoloração, podendo, mais tarde, evoluir para necrose e ulceração. Já o *bumblefoot* é uma lesão bulbosa localizada no coxim plantar, devido à penetração de um corpo estranho seguida por invasão de *S. aureus*, sendo a claudicação o primeiro sinal da doença.

Conforme Weitzenbürger et al. (2006), galinhas poedeiras alojadas em pequenos grupos utilizam o enriquecimento ambiental disponível com maior frequência, e, dependendo da estrutura do local, como poleiros ou pisos de arame, pode haver maior estímulo mecânico ao coxim plantar, aumentando a carga de compressão a partir da utilização de varas ou agarramento do piso de arame.

2.5 Qualidade dos ovos

A densidade de alojamento e a utilização de enriquecimento ambiental nas gaiolas são constantemente associadas às alterações no peso médio dos ovos e na casca deste produto (HAYIRLI et al., 2005; ONBASILAR E AKSOY, 2005; DE REU et al., 2005; GUINEBRETIERE et al., 2012).

O peso é um aspecto quantitativo muito importante. A legislação brasileira exige um mínimo de peso por dúzia para cada tipo de ovo, e isto é desconhecido pela maior parte da população (DONATO et al., 2009).

De acordo com a legislação, ovos do tipo 1 (extra) apresentam peso mínimo de 60 gramas por unidade ou 720 gramas por dúzia. O tipo 2 (grande) peso mínimo de 55 gramas por unidade ou 660 gramas por dúzia. O tipo 3 (médio) possui peso mínimo de 50 gramas por unidade ou 600 gramas por dúzia e o tipo 4 (pequeno) peso mínimo de 45 gramas por unidade ou 540 gramas por dúzia. O peso do ovo não é indicador de qualidade, mas serve para padronizar a comercialização (PROVENZANO et al., 2007).

Quanto à integridade da casca, esta tem grande influência na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais têm preocupado os produtores, principalmente quando se explora a produção de ovos por mais um ciclo de postura (TRINDADE et al., 2007).

A sua qualidade pode ser medida por meio do tamanho do ovo, da gravidade específica dos ovos e da cor, resistência à quebra, deformação, peso, porcentagem, espessura e estrutura da casca (ROBERTS, 2004).

A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles a hereditariedade, linhagem e idade da galinha, muda induzida, fatores nutricionais, tais como cálcio, fósforo, vitaminas, qualidade da água, polissacarídeos não amiláceos, enzimas, estresse em geral e estresse por calor, doenças, sistemas de produção ou a adição de produtos nas dietas (ROBERTS, 2004).

As diferenças encontradas entre as aves para a qualidade da casca dos ovos são definidas pela capacidade das aves de utilizarem o cálcio. Outro fator é o clima, já que altas temperaturas reduzem a espessura da casca e os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue. Simultaneamente, o ambiente de temperatura

elevada provoca diminuição no consumo de alimentos pela poedeira que, por sua vez, determina uma diminuição no consumo de cálcio, fósforo e vitamina D3 (TRINDADE et al., 2007).

Casca de ovos mais fina favorecem o trincamento. Segundo Baptista et al. (2007) o trincamento da casca do ovo demonstra maiores quedas nos fatores de qualidade que os ovos íntegros. Por conseguinte, verifica-se decréscimo do peso, aumento da câmara de ar e do volume drenado da clara, mais intensos nos ovos trincados. Os ovos estão mais sujeitos ao trincamento quando apresentam gravidade específica inferior a $1,080 \text{ g.ml}^{-1}$. Nesta condição, verifica-se também maior perda de umidade (SANTOS, 2005).

A incidência de ovos quebrados normalmente situa-se entre 6-10% dos ovos produzidos. Quando os ovos aumentam de tamanho, devido ao envelhecimento do lote, ocorre paralelamente um adelgamento da espessura da casca, o que causa uma maior incidência na quebra de ovos. Entretanto, o controle de doenças, manejo, e nutrição adequada são três principais fatores que podem influenciar as características da casca (MILLES, 2011).

Outro fator que compromete a qualidade dos ovos e os impedem de serem comercializados é a incidência de anormalidades na casca. Autores afirmam que fatores estressantes no ambiente de criação como a temperatura do ar e a densidade de alojamento contribuem para o aparecimento dessas alterações (DORMINEY E ARSCOTT, 1971; HUGHES E BLACK, 1976; HUGHES et al., 1986).

Macari et al. (1994) afirmam que a qualidade da casca diminui gradativamente a partir de 26°C . Altas temperaturas associadas à umidade elevada podem causar alterações no equilíbrio ácido-base das aves e conseqüentemente prejudicar a formação do ovo e sua qualidade. Em condições de alta densidade de alojamento, a qualidade da casca pode ficar ainda mais comprometida, devido a maior dificuldade das aves em perder calor.

Estudos já realizados evidenciam que o peso dos ovos foi o fator mais prejudicado quando as aves foram alojadas em altas densidades (SARICA et al., 2008; MENEZES et al., 2009; ANDERSON E JENKINS, 2011; MORAES GARCIA et al., 2015). Nestas condições de alojamento, o manejo adequado de coleta dos ovos se torna fundamental, pois a acumulação de maior quantidade de ovos nos coletores

pode resultar no aumento do número de ovos quebrados, como consequência da colisão entre os ovos após o seu rolamento (VITS et al., 2005).

Além da densidade de alojamento, o peso médio dos ovos pode ser influenciado conforme o tipo de enriquecimento ambiental disponibilizado para as aves nas gaiolas (GUINEBRETIERE et al., 2012) e quando alojadas em ambiente estéril, como nas gaiolas convencionais, o peso dos ovos pode diminuir, comparado a um ambiente enriquecido, como o encontrado em gaiolas modificadas (POHLE E CHENG, 2009).

2.5 Enriquecimento ambiental para aves

Estudos envolvendo enriquecimento ambiental vêm sendo realizados como meio de aferir o estado afetivo em processos cognitivos de animais não-humanos, e assim auxiliar na melhoria do bem-estar como um método de avaliação não invasivo.

Os tipos de enriquecimento ambiental são elaborados de acordo com a espécie do animal e sua capacidade de interação com o ambiente. Eles podem variar de acordo com a cor, tipo de material, posição e idade de exposição (GVARYAHU et al., 1989; SHERWIN, 1995; JONES e CARMICHAEL, 1998; EL-LETHEY et al., 2000; JONES et al., 2000; JONES et al., 2002; MCADIE et al., 2005; STRUELENS et al., 2008).

Os benefícios do uso do enriquecimento ambiental se baseiam na diminuição do comportamento estereotipado, do medo, da inquietação, da depressão, do arranque de penas, do canibalismo, do comprometimento cognitivo e do índice de mortalidade auxiliam no aumento da produção (BRYAN JONES E WADDINGTON, 1992; GVARYAHU et al., 1994; BUBIER, 1996; DIXON et al., 2010; MCADIE et al., 2005).

Os autores Leone e Estévez (2008) verificaram que o enriquecimento ambiental também pode ocasionar melhoria no desempenho produtivo de aves matrizes aumentando as oportunidades de acasalamento dos machos e reduzindo o estresse das fêmeas.

Um ambiente enriquecido pode ainda contribuir para que as aves mostrem-se menos reservadas com a inserção de objeto no ambiente em que se encontram e reduzir a sensação de medo (JONES E WADDINGTON, 1992; REED et al., 1993).

O enriquecimento ambiental utilizado deve ser inserido em ambiente que apresente intensidade luminosa (SANDILANDS et al., 2009) e espaço suficiente para a ave ter acesso ao mesmo e, conforme o tipo de enriquecimento, que tenha textura, temperatura, forma e espaço/ave adequado quando as aves o utilizem, como no caso dos poleiros (SANDILANDS et al., 2009; STRUELENS et al., 2008; PICKEL et al., 2010; KAPPELI et al., 2011; PICKEL et al., 2011; PICKEL et al. 2011). Além disso, seu design deve ser projetado conforme as habilidades cognitivas da ave e as suas necessidades comportamentais (PETTIT-RILEY e ESTEVEZ, 2001; HECKERT et al., 2002).

De acordo com Sherwin e Nicol (1993) é importante determinar o número ideal, design e disposição do objeto utilizado nos projetos. Para Struelens et al. (2008), Reed e Nicol (1992) e Hester et al. (2013) o tipo de material utilizado na confecção do objeto de enriquecimento ambiental pode também influenciar na preferência das aves.

Outro fator importante a se considerar na escolha do tipo de enriquecimento ambiental está associado à percepção das aves quanto a forma (WALL e TAUSON, 2007) e à cor dos objetos visto que elas têm visão tetracromática, ou seja, possuem cinco cones fotorreceptores de luz: quatro individuais e um cone duplo (BOWMAKER et al., 1997; VOROBYEV e OSORIO, 1998). Essas informações são de fato muito importantes, pois podem influenciar na atração desses animais por objetos existentes no ambiente de criação, aumentando a eficiência da utilização do enriquecimento ambiental e contribuindo positivamente para o seu bem-estar.

Por essa razão, diversos estudos já foram realizados com o intuito de se observar a preferência de poedeiras e de frangos de corte de diferentes idades por determinadas cores (Tabela 1).

Tabela 1 - Preferência de pintos de corte e galinhas poedeiras por diferentes tipos de cores de objetos em ordem cronológica

Aparatos utilizados	Cores e combinações utilizadas	Preferência	Autor (es)
Fichas coloridas	16 cores com comprimentos de ondas variados	Laranja e azul	Hess (1956)
Paredes coloridas	Azul x vermelho	Vermelho	Herbert e Slucking (1969)
Paredes coloridas	Amarelo x azul e vermelho x azul	Vermelho e amarelo	Taylor et al. (1969)
Discos coloridos	Vermelho x amarelo; vermelho x azul; preto x azul; preto x cinza; vermelho x verde	Vermelho e azul	Salzen et al. (1971)
Círculos de papel	Azul x vermelho	Azul (quando condicionados em ambiente iluminado)	Cherfas (1978)
Pisos	Combinações aos pares de cores entre violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho	Preferência ao azul em relação ao verde	Davis e Fisher (1978)
Larvas	Vermelho e amarelo, vermelho, amarelo; vermelho e preto, vermelho, preto;	Vermelho e amarelo; vermelho e preto	Roper e Cook (1989)
Larvas	Vermelho x marrom	Marrom	Roper (1990)
Ração e água	Vermelho x verde x preto;	Vermelho e preto	Roper e Marples (1997)
Cordas	Branca, amarela, laranja e azul	Preferência por cores claras (Branco ou amarelo) em detrimento do azul e laranja	Jones e Carmichael (1998)
Cordas	Vermelho, azul, verde, amarelo, branco	Branco e amarelo	Jones et al. (2000)
Ração	Azul e laranja	Laranja (quando criados em ambientes com objetos de comprimento de onda (Jones e Carmichael, 1998) longo) Amarelo	Miklosi et al. (2002)
Ninho	Azul, verde, vermelho, amarelo	Amarelo	Huber-Eicher (2004)
Discos coloridos	Laranja x azul; vermelho x verde;	Laranja (entre vermelho ou verde não houve diferença)	Ham e Osorio (2007)
Ninho	Azul, verde, vermelho, amarelo	Pintos expostos a ambientes vermelhos com alta intensidade de luz preferiram ninhos amarelos	Zupan et al. (2007)
Ração	Vermelho, amarelo, azul, verde, marrom claro;	Vermelho	Del Rieron (2008)

Como exemplo, tem-se uma gama de resultados científicos em relação à preferência de cores por galinhas poedeiras e frangos de corte, não havendo decisão clara sobre o tipo de cor de objetos e alimentos preferidos por esses animais, tornando-se realmente complicado chegar a um consenso de escolha. De acordo com Fernandes et al. (2015b), esse fato pode ser atribuído aos diferentes tipos de metodologias utilizadas, à experiência prévia do animal com objetos de

outras cores, com conseqüente associação do objeto a determinada cor, bem como, às combinações de cores utilizadas como “alternativas” no momento do teste de preferência.

2.6 Densidade das aves em gaiolas convencionais

Produtores de ovos frequentemente tendem a aumentar o número de aves por gaiolas como um método para dinamizar o espaço de habitação, equipamentos e custo do trabalho por gaiola (MTILENI et al., 2007). Essa alteração provoca diversos problemas relacionados ao desempenho das aves na produção e qualidade dos ovos, direcionando o produtor a ter prejuízos com o setor de postura (CUNNINGHAM, 1982; CUNNINGHAM et al., 1987; DAVAMI et al., 1987; CAREY, 1987; MTILENI et al., 2007; DE MORAES GARCIA et al., 2015).

Segundo Green e Xin (2009) e Castilho et al. (2015) a redução da área de gaiola por ave pode gerar alterações na produção de ovos e no bem-estar das aves que não são compatíveis com as suas necessidades fisiológicas.

Em estudos desenvolvidos, alterações fisiológicas, resultantes da diminuição de área disponível por ave, estão associadas a aumentos dos níveis de corticosterona no plasma, de glicose no sangue e da relação de heterófilos e linfócitos (CUNNINGHAM et al., 1987; ONBAŞILAR e AKSOY, 2005). Essas alterações fisiológicas podem vir acompanhadas da redução do peso corporal das aves, da produção e da alteração no peso dos ovos, bem como do comprometimento das penas (CAREY, 1987; ONBAŞILAR e AKSOY, 2005).

Davami et al. (1987) afirmam que as altas densidades de alojamento pode resultar também na diminuição do consumo de ração, no aumento da mortalidade, no consumo de ração e em maior conversão alimentar.

De acordo com De Moraes Garcia et al. (2015) para não haver comprometimento do desempenho produtivo de galinhas poedeiras, essas devem ser alojadas em densidades com até 450 cm²/ave. Em estudo desenvolvido por esses autores, observou-se que aves alojadas em densidades de 562,5 cm²/ave, apresentam melhor consumo de ração, porcentagem de postura, massa dos ovos e

conversão alimentar quando comparadas às aves criadas sob 375 cm²/ave. Porém, não diferem do desempenho das aves alojadas em 450 cm²/ave.

A Tabela 2 apresenta um resumo de vários estudos desenvolvidos com diferentes densidades de poedeiras comerciais, evidenciando os parâmetros avaliados e as consequências do aumento da densidade de aves em gaiolas.

Tabela 2 - Parâmetros avaliados e as consequências da redução de espaço por galinha poedeira alojada em gaiola

(continua)				
Linhagem	Espaço por ave (cm²/ave)	Parâmetros avaliados	Consequências da diminuição do espaço/ave	Autores
White Leghorn	361,3; 348,5; 696,9; 729,8	Maturidade sexual, produção de ovos total, produção de ovos por dia, mortalidade, peso dos ovos unidade Haugh	Aumento do período para chegada da maturidade sexual, diminuição da produção de ovos, aumento do canibalismo e mortalidade. Aumento da unidade Haugh	Adams e Jackson (1970)
White Leghorn	348,4; 372,1; 464,6; 620,2; 696,9; 930,3; 1393,9	Produção total e diária dos ovos, conversão alimentar, peso corporal, consumo de ração, mortalidade, ovos rachados e quebrados	Não houve efeito na produção de ovos. Aumento do consumo de ração para cada dúzia de ovos, menor peso corporal	Dorminey e Arscott (1971)
Island Red X Barred Plymouth Rock	368; 465; 697; 1393	Produção de ovos, peso corporal, consumo de ração, eficiência alimentar, peso dos ovos e mortalidade	Diminuição da produção de ovos, do peso corporal e aumento da mortalidade	Grover et al. (1972)
White Leghorn	412; 824; 1 442; 2 884	Comportamentos agonistas e produção de ovos	Atos agonistas mais frequentes em 824 cm ² /ave	Al-Rawi and Craig (1975)
White Leghorn x Australorp	398; 406; 418; 435; 465; 523; 581; 697; 1045	Produção de ovos, peso do ovo, consumo de ração, peso corporal inicial, mortalidade	Diminuição da produção e aumento da mortalidade por canibalismo	Connor e Burton (1975)
White Leghorn	309; 323; 360; 387; 432; 487	Produção de ovos, peso e massa dos ovos, mortalidade, conversão alimentar e peso corporal	Menor peso corporal, consumo de ração, peso e massa do ovo e aumento do tamanho do ovo	Cunningham e Ostrander (1981)
White Leghorn	387 e 484	Produção de ovos, mortalidade, peso corporal, consumo de ração, conversão alimentar, peso e massa dos ovos, quantidade de ovos com tamanho grande e medo das aves	Menor produção de ovos, massa dos ovos, porcentagem de ovos com tamanho grande, ração consumida, e aumento da conversão alimentar e da mortalidade	Cunningham e Ostrander (1982)

Tabela 2 - Parâmetros avaliados e as consequências da redução de espaço por galinha poedeira alojada em gaiola

(continuação)

Linagem	Espaço por ave (cm ² /ave)	Parâmetros avaliados	Consequências da diminuição do espaço/ave	Autores
White Leghorn	323; 360; 387; 432; 484; 540	Produção de ovos, mortalidade, peso corporal inicial e final, consumo de ração, conversão alimentar, peso e massa dos ovos, quantidade de ovos com tamanho grande e extra	Menor produção dos ovos, peso corporal, massa dos ovos, ração consumida e aumento da conversão alimentar	Cunningham (1982)
White Leghorn	309,1; 387; 516,4	Concentração de corticosterona	Aumento da concentração dos níveis de corticosterona	Mashaly et al. (1984)
White Leghorn	310; 387; 516	Produção de ovos, consumo de ração por dúzia de ovos, peso corporal, mortalidade, peso dos ovos, dúzia de ovos por gaiola e consumo de ração	Diminuição da produção de ovos, da eficiência alimentar, aumento da mortalidade, do peso do ovo e quantidade de ração consumida	Roush et al. (1984)
White Leghorn Randsbred	310; 464; 930	Latência para comer, nível de corticosteróides, peso corporal, condição das penas, mortalidade, produção de ovos.	Aumento do medo, maior taxa de mortalidade e pior condição das penas	Craig et al. (1986)
White Leghorn	310 e 434	Produção, peso dos ovos, consumo de ração, peso corpora, porcentagem de postura, bicadas agressivas e condição das penas	Diminuição da produção de ovos, consumo de ração, peso corporal final e pior condição das penas	Cunningham e Gvoryahu (1987)
Shaver Starcross 288	300 e 420	Produção de ovos, mortalidade, conversão alimentar por ave/dia, conversão alimentar/dúzia de ovos, média do peso corporal, peso corporal inicial, peso do ovo, espessura da casca, gravidade específica e unidade Haugh, escore das penas, injúrias na pele, comprimento das unhas e saúde dos pés	Diminuição do consumo de ração e peso corporal e aumento da mortalidade, conversão alimentar e peso do ovo, pior saúde dos pés e condição das penas	Davami et al. (1987)
White Leghorn	307; 358; 430	Produção de ovos, frequência de alimentação, peso corporal, peso do ovo, resistência da casca e nível de corticosterona no plasma	Redução da produção de ovos, frequência de alimentação e aumento dos níveis de corticosterona no plasma	Cunningham et al. (1987)
White Leghorn	316 e 406	Peso do coração, nível de corticosterona, duração da imobilidade tônica e condição das penas	Redução da produção de ovos, aumento do peso do coração e do peso corporal	Cunningham et al. (1988)

Tabela 2 - Parâmetros avaliados e as consequências da redução de espaço por galinha poedeira alojada em gaiola

(continuação)

Linhagem	Espaço por ave (cm²/ave)	Parâmetros avaliados	Consequências da diminuição do espaço/ave	Autores
White Leghorn	339, 508 e 1016	Produção, peso e porcentagem de ovos grandes, consumo de ração, conversão alimentar, consumo de ração/dúzia de ovos	Não houve efeito da densidade para os parâmetros avaliados	Brake e Peebles (1992)
Dekalb e Hyline	361 e 482	Consumo de ração, conversão alimentar, produção de ovos por dia, massa dos ovos, mortalidade, comportamento, nível do medo	Diminuição da produção e massa dos ovos, bem como da movimentação na gaiola	Anderson et al. (2004)
Lohman	360 e 540	Produção de ovos, consumo de ração, peso do ovo, cor da gema, índice de albúmen, índice de gema, unidade Haugh, Resistência e espessura da casca, peso corporal, concentração de corticosterona, glicose sanguínea, albumina, creatina, proteína, globulina, Ca e P	Aumento da concentração dos níveis de corticosterona e diminuição do consumo de ração e a conversão alimentar, não alterando a produção, qualidade e peso dos ovos e peso corporal	Hayirli et al. (2005)
White Leghorn	348, 387, 426 e 465	Consumo diário de ração, tempo diário de alimentação por ave, número de refeições por dia/gaiola, taxa de alimentação, duração da refeição, quantidade de ração por refeição e quantidade de aves se alimentando por refeição	Diminuição da quantidade de ração por refeição e taxa de ingestão em gramas/minuto/ave	Cook et al. (2006)
Pearl Gray Guinea Fowl	465; 697; 1.394	Produção de ovos e consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade	Diminuição da produção de ovos e do consumo de ração. Aumento da mortalidade e pior conversão alimentar	Nahashon et al. (2006)
Isabrown	600, 2400, 4800, 7200, 9600 e 12000	Comportamento	Alterações comportamentais em densidades de 600 e 2400 e 4800 cm ² /ave	Savory et al. (2006)
Isabrown	500; 667; 1000; 2 000	Produção de ovos, peso vivo, mortalidade, qualidade dos ovos e condição das penas	Diminuição da produção e massa dos ovos, peso vivo. Aumento da mortalidade por bicadas e da condição das penas	Sarica et al. (2008)
Dekalb White	357,14; 416,6; 625, 5	Produção de ovos, peso médio dos ovos, consumo de ração, massa dos ovos, conversão alimentar por dúzia e ovos imprestáveis para o consumo humano	Redução da média de peso dos ovos do tipo extra e segunda	Menezes et al. (2009)

Tabela 2 - Parâmetros avaliados e as consequências da redução de espaço por galinha poedeira alojada em gaiola

(conclusão)				
Linhagem	Espaço por ave (cm²/ave)	Parâmetros avaliados	Consequências da diminuição do espaço/ave	Autores
Lohmann-LSL	321; 375; 450	Consumo de ração, mortalidade e produção de ovos	Redução do consumo de ração. Redução na produção de ovos após 45 semanas	Rios et al. (2009)
Hylinae Brown e Brown Nick	361 e 482	Produção de ovos, tamanho dos ovos, massa dos ovos, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade	Diminuição da massa dos ovos, do consumo de ração, da produção dos ovos e aumento da mortalidade	Anderson e Jenkins (2011)
Poedeiras marrons	287,7 e 500	Leucócitos, heterófilos, linfócitos, monófilos, eosófilos e basófilos.	Aumento da razão de heterófilos e linfócitos	Cetin et al. (2011)
Dekalb White	375; 450; 562,5	Frequência respiratória, temperatura cloacal e temperatura superficial	Aumento da temperatura cloacal	Castilho et al. (2015)
Dekalb Brown	375; 450; 562,5	Consumo de ração, porcentagem de postura, peso do ovo, massa do ovo, conversão alimentar e porcentagem de ovos inteiros, quebrados, trincados e sem casca, unidade Haugh, índice de gema, pH do albúmen e gema e coloração de gema crua	Diminuição do consumo de ração, porcentagem de postura, massa de ovos e melhor conversão alimentar	Moraes Garcia et al. (2015)

Quanto ao comportamento das aves, Savory et al. (2006) afirmam que espaços menores que 5000 cm² por galinha impõem, pelo menos, alguma restrição sobre a liberdade de expressão do comportamento, e que as galinhas se beneficiam de qualquer aumento acima de 1111 cm² de área útil em habitação alternativa.

Alguns autores afirmam que em sistemas alternativos com enriquecimento ambiental, é importante relevar a densidade de alojamento e o espaço disponível por ave, visto que esta afeta o contato e a utilização do enriquecimento pelo animal, restringindo a expressão do seu comportamento natural e a eficiência do uso do enriquecimento.

Essas observações foram feitas por Batista et al. (2012). Estes autores, ao alojarem galinhas poedeiras em cama e com disponibilidade de ninho, sob espaços de 774 e 1440 cm²/ave, em dois tamanhos de grupo, 6 e 12 aves, observaram que aves em grupos de 6 e espaço de 1440 cm²/ave colocaram ovos fora do ninho com maior frequência. Enquanto as aves alojadas em espaço de 1440 cm²/ave visitaram

o ninho com maior frequência para os dois tamanhos de grupo com relação ao menor espaço utilizado.

Já Abreu et al. (2006b) ao observarem galinhas poedeiras criadas em gaiolas com espaços de 375 cm²/ave leve e 750 cm²/ave pesada (3 aves por gaiola), 550 cm²/ave leve ou 1125 cm²/ave pesada (1 ave por gaiola) na presença de enriquecimento ambiental, esses autores verificaram que as aves criadas em espaços de 550 cm² apresentaram maior porcentagem de comportamento bicando o brinquedo, se alimentando e maior agitação em relação ao de 750 cm², mostrando ser este último, o espaço ideal para poedeiras alojadas em gaiolas convencionais na presença de algum tipo de enriquecimento, ou seja, o mesmo espaço estabelecido pela União Europeia para gaiolas enriquecidas.

2.7 Influência do tamanho de grupo em sistemas com gaiolas

O tamanho do grupo de galinhas poedeiras, muitas vezes associado ao aumento da densidade de alojamento dessas aves (NICOL et al., 1999), influencia diretamente no seu comportamento, podendo aumentar o canibalismo, o arranque de penas e diminuir a qualidade dos ovos.

Outro fator relacionado ao tamanho de grupo é a sua influência no uso do enriquecimento ambiental pelas aves. Cook et al. (2011) avaliaram o bem-estar das galinhas poedeiras em gaiolas com 5, 10, 20 e 40 aves/gaiola e enriquecimento com poleiros, ninhos e sistema de desgaste de unhas, através de parâmetros comportamentais e fisiológicos, com galinhas poedeiras brancas e marrons da linhagem Lohmann. Os autores observaram que nas gaiolas com 10 aves/gaiola, o uso do poleiro foi significativamente menor.

Já Chen e Bao (2012) estudaram o efeito do tamanho de grupo (individual, 4 aves e 8 aves), em associação à cor de poleiro em gaiolas para galinhas marrons. As gaiolas de teste foram equipadas com três poleiros de formato retangular de diferentes cores: branco, preto e marrom. As galinhas pertencentes ao grupo com 4 aves passaram mais tempo a empoleirar-se em comparação aos demais, sendo encontradas evidências de comportamento social mais frequentes nos grupos com 4 aves quando comparados aos grupos com 8 aves.

Fatores relacionados à higiene da gaiola também estão diretamente relacionados com o tamanho do grupo. Huneau-Salaün et al. (2011) analisaram o efeito do tamanho do grupo em matéria de higiene do piso em gaiolas enriquecidas para poedeiras. Foram comparados três tamanhos de grupo em gaiolas enriquecidas com 20 (G20), 40 (G40) e 60 (G60) galinhas por gaiola. De acordo com os resultados, os ninhos estavam mais limpos em G40 e em G60 do que no G20, porém, a frequência de ovos sujos estabelecidas no ninho e a contagem de bactérias mesófilas aeróbias na casca do ovo foram semelhantes em todos os tamanhos de grupo.

Guinebretière et al. (2009) ao avaliarem os mesmos tamanhos de grupo do trabalho anterior, verificaram que estes não influenciaram na ingestão de alimentos, na contaminação microbiológica da casca de ovo e na taxa de mortalidade. Por outro lado, a porcentagem de ovos postos fora do ninho foi maior para 20 aves/gaiola em comparação aos demais tamanhos. Para 20 aves/gaiola, os ovos foram proporcionalmente mais bicados em comparação aos outros tamanhos. Entretanto, os ovos eram menos sujos para 60 aves/gaiola em comparação a 40 aves/gaiola.

O tamanho do grupo pode influenciar, ainda, na qualidade dos ovos, como observado por Wall (2011). O autor utilizou tamanhos de grupos de 8 (T8), 10 (T10), 20 (T20) e 40 (T40) galinhas por gaiola em diferentes modelos de gaiolas enriquecidas. Nesse estudo, verificou-se que exteriormente, a qualidade do ovo foi superior para T8 em comparação a T20 e T40, enquanto T10 gerou resultados intermediários. Além desse resultado, foi verificado que o comportamento de nidificação também pode ser alterado na presença de grupos maiores. No estudo citado, em T8 e T10 pelo menos 95 % dos ovos foram colocados no ninho enquanto em T20 e T40 uma considerável porcentagem de ovos foi colocada na esteira de areia.

Quanto aos fatores fisiológicos, Barnett et al. (2009) ao observarem tamanhos de grupo de 8 e 16 aves em gaiolas enriquecidas, esses autores verificaram que houve redução da resposta imunológica e aumento da concentração de corticosterona de aves em gaiolas duplas com 16 aves, evidenciando que, conforme

o tamanho de grupo utilizado, o bem-estar de galinhas poedeiras pode ficar comprometido.

2.8 Adaptações de gaiolas convencionais para o Brasil

No Brasil, onde a maioria dos sistemas de criação de galinhas poedeiras está vinculada ao uso de gaiolas convencionais e devido o alto custo das gaiolas enriquecidas, dificilmente ocorrerá uma mudança do sistema. Entretanto, algumas adaptações devem ser feitas para melhorar o bem-estar das aves, sendo uma das alternativas o uso do enriquecimento ambiental.

De acordo com Jones e Carmichael (1998), Jones et al. (2000) e Jones et al. (2002), pintos e galinhas adultas têm preferência para bicar cordas e seu interesse permanece por longos períodos. Jones et al. (2000), ao verificarem esse fato, observaram que pintos bicaram mais rapidamente um grupo de cordas em relação a correntes e miçangas, sendo que os cordões brancos foram os mais bicados em relação aos amarelos, vermelhos, verdes e azuis, e essa preferência se manteve com o passar dos dias.

Dando continuidade à pesquisa, McAdie et al. (2005) verificaram que quando oferecidos fios de barbante branco para pintos de um dia ou durante quatro horas por dia, estes apresentaram menores índices de arranque de penas em comparação aos que nunca haviam recebido o objeto, sendo que quando o mesmo foi oferecido aos 22 e 52 dias de idade, obtiveram-se resultados intermediários. Quando em gaiolas nas condições comerciais, com 35 semanas de idade, as galinhas com acesso as cordas apresentaram melhores condições de plumagem em relação às aves que nunca haviam tido contato com esses objetos.

Além da diminuição do arranque de penas, segundo Bryan Jones e Waddington (1992) o enriquecimento ambiental pode diminuir o medo das aves, fator que pode prejudicar no desempenho delas. Ao utilizarem cartões coloridos nas paredes, rolhas de borracha, tubos, miçangas, bolas, botões, bicos de pipeta e dedais, esses autores observaram que o enriquecimento atenuou a reação de imobilidade tônica para retenção manual, vocalização e inquietação das aves.

Nesta mesma linha, El-Lethey et al. (2000) utilizaram outros recursos para atenuação do medo, como um corte longo de palha para forrageamento provido de alimento na forma de pellets ou triturados. Os resultados evidenciam que a imobilidade tônica e a relação de heterófilos/linfócitos, bem como o arranque de penas foram aumentados em galinhas alojadas sem palha e naquelas alimentadas com pellets. Entretanto, a produção de ovos foi reduzida nos tratamentos sem palha, mas não afetada pela forma de alimentos.

Sherwin (1995) observou que a utilização de objetos esféricos no comedouro é um bom método de enriquecimento para galinhas poedeiras, pois eles facilitam o forrageamento e permitem que as aves “trabalhem” para a sua alimentação, um comportamento geralmente frustrante em gaiolas convencionais. O autor afirma que o uso desses objetos esféricos pode melhorar o bem-estar das galinhas poedeiras em gaiolas e, além disso, é prático e razoavelmente barato.

Já Gvoryahu et al. (1989) observaram que a utilização de luva vermelha pendurada e música fez com que pintos se alimentassem mais, especialmente quando a música foi ativada e tivessem, com oito semanas maior peso corporal em relação aos que não se alimentaram, além de terem diminuído o medo das aves.

A fim de verificar decisões sobre quais recursos devem ser fornecidos para colocar em sistemas de alojamento de galinhas poedeiras de modo a permitir e melhorar a expressão dos comportamentos naturais, De Jong et al. (2007) investigaram as preferências de substrato de galinhas poedeiras, com particular respeito ao comportamento de espocar e alimentar-se. Os autores verificaram que há preferência das aves por musgo de turfa em relação a chão de arame, areia ou aparas de madeira.

Outros objetos foram utilizados por Gvoryahu et al. (1994), como um objeto composto por um porta chaves colorido em gaiolas para poedeiras ou um objeto para enriquecimento fabricado por Gallus Ltd. (Israel) (Figura 2). Os resultados indicaram que os objetos diminuíram significativamente as bicadas agressivas e o índice de mortalidade.

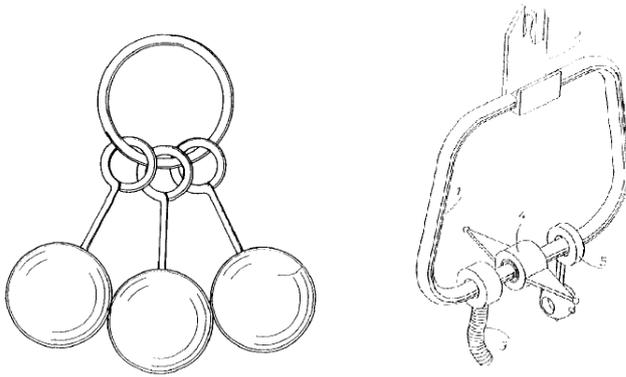


Figura 2 - Porta chaves e objeto para enriquecimento fabricado por Gallus Ltd

Segundo Abreu et al. (2006a) se as poedeiras não possuírem algo que as distraia há ocorrência de comportamento agressivo, o que pode acarretar em estresse, com possíveis perdas de produtividade, canibalismo e quebra de ovos. Esses autores introduziram nas gaiolas objetos como: tampinha com franja; chapa metálica de disquete; pêndulo de madeira; cano PVC; tampinhas amassadas; e chocalho metálico. Durante as observações, não verificaram a ocorrência de aves bicando o ovo e em grande parte do tempo elas estavam calmas ou se alimentando. Quanto ao tipo de comportamento, quando se utilizou cada um dos enriquecimentos, os resultados mostraram que o comportamento de bicar o brinquedo ocorreu mais vezes quando se usou a tampinha com franja, seguida do chocalho metálico. O comportamento de bicar a outra ave foi maior para tampinhas amassadas.

Abreu et al. (2006b) observaram ao utilizarem sino; pêndulo metálico e tampinhas em densidades de 375 cm²/ave para aves leves e 750 cm²/ave pesada (3 aves por gaiola), 550 cm²/ave leve ou 1125 cm²/ave pesada (1 ave por gaiola) que o comportamento de bicar o brinquedo ocorreu mais vezes quando se utilizaram as tampinhas. Associado a esse mesmo enriquecimento foi verificada maior frequência de aves se alimentando. O comportamento de aves “agitadas” ocorreu mais vezes quando não se utilizou enriquecimento na gaiola.

Além da utilização de objetos alternativos, de acordo com Tauson (1984), assim como nas gaiolas enriquecidas também é possível o uso de poleiros em gaiolas convencionais sem fazer outras alterações técnicas na gaiola. As aves vão pousar com frequência, especialmente depois do anoitecer. Elas irão produzir o mesmo número de ovos, mas pode haver o risco de um aumento moderado na

frequência de fendas e, possivelmente, uma redução no peso do ovo, provavelmente devido à abrasão entre eles. O autor sugere que sejam feitas algumas modificações no piso das gaiolas convencionais, com melhor flexibilidade e modificações para a acessibilidade do poleiro durante diferentes momentos do dia.

A Tabela 3 mostra de maneira resumida o efeito de tipos de enriquecimento ambiental na preferência e no bem-estar de galinhas destinadas a postura em diferentes idades e que, pelo baixo custo e facilidade de aquisição por produtores, poderiam ser utilizados na adaptação de gaiolas convencionais no Brasil.

Tabela 3 - Objetos para enriquecimento ambiental e variáveis estudadas em outros experimentos de acordo com a linhagem e idade das aves

(continua)					
Linhagem	Idade (semanas)	Objetos	Variáveis	Resultados	Autor
Leghorn Branca	18 a 58 semanas	Porta chaves e objeto fabricado pela Gallus, Israel (em plástico azul e vermelho) x diferentes densidades x aves debicadas e não debicadas	Produção dos ovos, consumo de ração, peso dos ovos, aspectos econômicos	Menor mortalidade associada ao uso de enriquecimento para os dois níveis de densidade mais baixos e maior mortalidade com o uso de enriquecimento em sete aves por gaiola. Vantagens econômicas para o uso do enriquecimento com aves debicadas	Bell et al. (1998)
Leghorn	14 dias a 18 semanas	Palha, turfa seca fina	Score de plumagem	O enriquecimento diminuiu significativamente a deterioração das penas	Norgaard - Nielsen (1993)
Rhode Island Red x Light Sussex cross	Até 20 dias de idade	Desenhos coloridos pintados em cartão e colados nas paredes com cores vivas (rolhas de borracha, tubos, esferas, bolas, botões, bicos de pipeta e dedais)	Imobilidade tônica, vocalização e inquietação	Atenuação da reação de imobilidade tônica para retenção manual, vocalização e inquietação das aves.	Bryan Jones e Waddington (1992)
—	Galinhas adultas	Objetos esféricos no comedouro	Aproximação da ave com o objeto e posição do objeto	O enriquecimento permitiu que as aves “trabalhassem” para a sua alimentação	Sherwin (1995)
híbrido de white Lohman Selected Leghorn	19 a 30 semanas	Com ou sem longo corte de palha	Avaliação do estresse: produção de ovos, ganho de peso, imobilidade tônica, relação heterófilos e linfócitos, relação do título de anticorpos para células vermelhas do sangue, toxóide titânico, albumina sérica	Forma do material alterou o arranque de penas. Taxa de arranque de penas, imobilidade tônica e relação H/L maior em grupos alojados sem palha e alimentados com pellets	EI-Lethey (2000)

Tabela 3 - Objetos para enriquecimento ambiental e variáveis estudadas em outros experimentos de acordo com a linhagem e idade das aves

(conclusão)					
Linhagem	Idade (semanas)	Objetos	Variáveis	Resultados	Autor
Leghorn	2º período de postura	Porta chaves e objeto fabricado pela Gallus, Israel (em plástico azul e vermelho)	Bicadas agressivas e bicadas no objeto	Redução significativa do comportamento de bicadas agressivas na cabeça e diminuição significativa da taxa de mortalidade de 1,06% ao mês entre os controles para 0,57% entre os grupos experimentais.	Gvaryahu et al. (1994)
Isa Brown	24 semanas	Garrafas coloridas de plástico, bolas e chocalhos	Respostas de medo e outros comportamentos (postura da ave)	O enriquecimento ambiental foi efetivo na diminuição de níveis de medo e ocorrência de lesões	Reed et al. (1993)
—	37 semanas	Tampinha com franja, chapa metálica de disquete, pêndulos de madeira, cano PVC, tampinhas amassadas, chocálho metálico	Comportamento: Bicando o brinquedo, bicando o ovo, bicando a outra, calma, agitada, alimentando	Comportamento de bicar com mais frequência a tampinha com franja, seguido do chocálho metálico	Abreu et al. (2006a)
—	37 semanas	Sino, pêndulo metálico e tampinhas	Comportamento: Bicando o brinquedo, bicando o ovo, bicando a outra, calma, agitada, alimentando	Aves mais agitadas com a ausência de enriquecimento. As aves se alimentaram mais e bicaram com maior frequência as tampinhas	Abreu et al. (2006b)
Lohmann Brown	23 semanas	Cordas (fio de polipropileno)	Comportamento de bicar o objeto, arranque de penas e agressões	Grande atração pelo objeto	Jones et al. (2002)
White Leghorn	1, 22 e 52 dias e 16 e 35 semanas	Fios de barbante branco	Bicadas de penas (leves e suaves) e bicada diretamente no dispositivo	Bicadas de penas severas e suaves menos pronunciadas quando fornecido o enriquecimento. Menor bicadas de penas no período de postura para animais com acesso ao dispositivo	McAdie et al. (2005)
Isa Brown	1 dia	Cordas, correntes e miçangas (brancas, amarelas, vermelhas, verdes, azuis)	Latência para bicar o objeto, número de bicadas e de ataques de bicadas	Bicaram mais rapidamente as cordas, sendo as brancas e as amarelas as mais bicadas.	Jones et al. (2000)
Isa Brown	45 e 51 semanas	Cordas brancas, amarelas laranja e azuis	Latência para bicar o objeto, número de bicadas e de ataques de bicadas	Cordas brancas ou amarelas provocaram mais aproximação com bicadas mais frequentes do que as cordas laranja ou azul.	Jones e Carmichael (1998)

Outras adequações no sistema convencional podem ser realizadas, como a inserção de compartimentos para facilitar a fuga e a postura. Uma das formas de

atrair a atenção das aves para utilização destes compartimentos seria colorí-los (ZUPAN et al., 2007).

Certos tipos de cores podem ser fatores determinantes para as aves interagirem com determinado local ou objeto, exercendo forte influência na seleção de comida (BURKHARDT, 1982), na orientação e forrageamento (BENNETT et al., 1996), na escolha por tipos de enriquecimento ambiental (JONAS et al., 2000; ZUPAN et al., 2007) e na aprendizagem das aves (SALZEN et al., 1971; ROPER, 1990).

Exigências aos produtores de ovos tendo como foco o bem-estar de galinhas poedeiras ainda não são uma realidade no Brasil. Entretanto, adaptações viáveis, como o uso do enriquecimento ambiental em gaiolas com densidade de alojamento adequada, podem ser estabelecidas para amenizar o estresse sofrido pelas aves, refletir positivamente na sua integridade física, reduzir a sua agressividade, a monotonia do ambiente e a mortalidade, bem como melhorar a produção e a qualidade dos ovos, diminuindo as perdas do sistema produtivo.

Referências

ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R. Aviary Systems and Conventional Cages for Laying Hens: Effects on Production, Egg Quality, Health and Bird Location in Three Hybrids. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science**, Estocolmo, v. 45, n. 3, p. 191-203, 1995.

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.; COLDEBELLA, A.; GOMES, R.C.C.; AMARAL, A.G.; MORAES, S.P. **Enriquecimento ambiental de gaiolas como estratégia prática para incrementar o bem-estar e a produção de ovos de poedeiras pesadas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006a. 3 p. (Comunicado Técnico, nº 447).

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; AMARAL, A.G.; GOMES, R.C.C.; MORAES, S.P. **Enriquecimento ambiental X densidade como estratégia de incrementar o bem estar de poedeiras pesadas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006b. 3 p. (Comunicado Técnico, nº 448).

ADAMS, A.W.; JACKSON, M.E. Effect of cage size and bird density on performance of six commercial strains of layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 49, n. 6, p. 1712-1719, 1970.

ALLEN, J.; PERRY, G. C. Feather pecking and cannibalism in a caged layer flock. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 16, n. 5, p. 441-451, 1975.

AL-RAWI, B.; CRAIG, J.V. Agonistic behavior of caged chickens related to group size and area per bird. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 2, n. 1, p. 69-80, 1975.

ANDERSON, K.E.; DAVIS, G.S.; JENKINS, P.K.; CARROLL, A.S. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. **Poultry science**, Savoy, v. 83, n. 1, p. 15-23, 2004.

ANDERSON, K.E.; JENKINS, P.K. Effect of rearing dietary regimen, feeder space and density on egg production, quality and size distribution in two strains of brown egg layers. **International Journal of Poultry Science**, Faisalabad, v. 10, n. 3, p. 169-175, 2011.

APPLEBY, M.C.; WALKER, A.W.; NICOL, C.J.; LINDBERG, A.C.; FREIRE, R.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. Development of furnished cages for laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 4, p. 489-500, 2002.

APPLEBY, M.C. The Edinburgh modified cage: effects of group size and space allowance on brown laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 2, p. 152-161, 1998.

APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O.; HOGARTH, G.S. Behaviour of laying hens in a deep litter house. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 30, n. 3, p. 545-553, 1989. .

BAREHAM, J.R.A comparison of the behaviour and production of laying hens in experimental and conventional battery cages. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 2, n. 4, p. 291-303, 1976.

BARNETT, J.L.; TAUSON, R.; DOWNING, J.A.; JANARDHANA, V.; LOWENTHAL, J.W.; BUTLER, K.L.; CRONIN, G.M. The effects of a perch, dust bath, and nest box, either alone or in combination as used in furnished cages, on the welfare of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 3, p. 456-470, 2009.

BAPTISTA, R.F.; KOECH, K.P.; RIBEIRO, R.D.O.R.; MÁRSICO, E.T.; MANO, S.B. influência do trincamento da casca do ovo sobre sua qualidade comercial. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v.14, n.1, 2007.

BATISTA, E.S.; PEREIRA, D.F.; SANCHEZ, F.T.; GUIMARÃES, M.A.; NAGAI, D.K.; SOARES, N.M.; TOGASHI, C.K.; BUENO, L.G. Comportamento de uso do ninho e desempenho produtivo de poedeiras alojadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v.27, n.2, p.119-123, 2012.

BELL, D.D.; ADAMS, C.J.; GVARYAHU, G. Environment enrichment devices for caged laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 7, n. 1, p. 19-26, 1998.

BENNETT, A.T.; CUTHILL, I.C.; PARTRIDGE, J.C.; MAIER, E.J. Ultraviolet vision and mate choice in zebra finches. **Nature**, v. 380, n. 6573, p. 433-435, 1996.

BILČÍK, B.; KEELING, L.J. Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 55-66, 2000.

BLATCHFORD, R.A.; FULTON, R.M.; MENCH, J.A. The utilization of the Welfare Quality® assessment for determining laying hen condition across three housing systems. **Poultry Science**, Savoy, p. 227, 2015.

BOWMAKER, J. K.; HEATH, L.A.; WILKIE, S.E.; HUNT, D.M. Visual pigments and oil droplets from six classes of photoreceptor in the retinas of birds. **Vision research**, Amsterdam, v. 37, n. 16, p. 2183-2194, 1997.

BRAKE, J.D.; PEEBLES, E.D. Laying hen performance as affected by diet and caging density. **Poultry Science**, Savoy, v. 71, n. 6, p. 945-950, 1992.

BROOM, D.M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986.

BRYAN JONES, R.; WADDINGTON, D. Modification of fear in domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*, via regular handling and early environmental enrichment. **Animal Behaviour**, London, v. 43, n. 6, p. 1021-1033, 1992.

BUBIER, N.E. The behavioural priorities of laying hens: the effect of cost/no cost multi-choice tests on time budgets. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 37, n. 2-3, p. 225-238, 1996.

BURKHARDT, D. Birds, berries and UV. **Naturwissenschaften**, New York, v. 69, n. 4, p. 153-157, 1982.

CAREY, J.B. Effects of Pullet-Stocking Density on Performance of Laying Hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 8, p. 1283-1287, 1987.

CARMICHAEL, N.L.; WALKER, W.; HUGHES, B.O. Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 40, n. 2, p. 165-176, 1999. ISSN 0007-1668.

CASTILHO, V.A.R.; GARCIA, R.G.; LIMA, N.D.S.; NUNES, K.C.; CALDARA, F.R.; NÄÄS, I.A.; BARRETO, B.; JACOB, F.G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 9, n. 2, p. 122-131, 2015. ISSN 2359-6724.

CETIN, E.; GUCLU, B.K.; CETIN, N. Effect of dietary humate and organic acid supplementation on social stress induced by high stocking density in laying hens.

Journal of Animal and Veterinary Advances, New York, v. 10, n. 18, p. 2402-2407, 2011.

CHEN, D. H.; BAO, J. General behaviors and perching behaviors of laying hens in cages with different colored perches. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 25, n. 5, p. 717, 2012.

CHERFAS, J. Simultaneous colour discrimination in chicks is improved by brief exposure to light. **Animal Behaviour**, London, v. 26, Part 1, n. 0, p. 1-5, 2// 1978.

CONNOR, J.K.; BURTON, H.W. Effects of cage population and stocking density on the performance of layers in Queensland. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 15, n. 76, p. 619-625, 1975.

COOK, R.N.; XIN, H. Effects of cage stocking density on feeding behaviors of group-housed laying hens. **Transactions of the ASAE**, Ames, v. 49, n. 1, p. 187, 2006.

CRAIG, J.V.; CRAIG, J.A.; VARGAS, J.V. Corticosteroids and other indicators of hens' well-being in four laying-house environments. **Poultry Science**, Savoy, v. 65, n. 5, p. 856-863, 1986.

CUNNINGHAM, D.L. Cage type and density effects on performance and economic factors of caged layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 10, p. 1944-1949, 1982.

CUNNINGHAM, D.L.; VAN TIENHOVEN, A.; GVARYAHU, G. Population size, cage area, and dominance rank effects on productivity and well-being of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 67, n. 3, p. 399-406, 1988.

CUNNINGHAM, D.L.; GVARYAHU, G. Effects on productivity and aggressive behavior of laying hens of solid versus wire cage partitions and bird density. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 10, p. 1583-1586, 1987.

CUNNINGHAM, D.L.; OSTRANDER, C.E. An evaluation of layer performance in deep and shallow cages at different densities. **Poultry Science**, Savoy, v. 60, n. 9, p. 2010-2016, 1981.

_____. The effects of strain and cage shape and density on performance and fearfulness of white leghorn layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 2, p. 239-243, 1982.

CUNNINGHAM, D.L.; VAN TIENHOVEN, A.; DE GOEIJEN, F. Dominance rank and cage density effects on performance traits, feeding activity and plasma corticosterone levels of laying hens (*Gallus domesticus*). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 139-153, 1987.

- DAIGLE, C.L.; RODENBURG, T.B.; BOLHUIS, J.E.; SWANSON, J.C.; SIEGFORD, J.M. Use of dynamic and rewarding environmental enrichment to alleviate feather pecking in non-cage laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 161, p. 75-85, 2014.
- DAVAMI, A.; WINELAND, M.J.; JONES, W.T.; ILARDI, R.L.; PETERSON, R.A. Effects of Population Size, Floor Space, and Feeder Space upon Productive Performance, External Appearance, and Plasma Corticosterone Concentration of Laying Hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 2, p. 251-257, 1987.
- DAVIS, S.J.; FISCHER, G.J. Chick colour approach preferences are altered by cold stress; colour pecking and approach preferences are the same. **Animal Behaviour**, London, v. 26, Part 1, n. 0, p. 259-264, 1978.
- DE JONG, I.C.; WOLTHUIS-FILLERUP, M.; VAN REENEN, C.G. Strength of preference for dustbathing and foraging substrates in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 104, n. 1-2, p. 24-36, 2007.
- DE MORAES GARCIA, E.R.; BATISTA, N.R.; NUNES, K.C.; CRUZ, F.K.; BARBOSA FILHO, J.A.; ARGUELO, N.N.; SOUZA, R.P.P.; ÁVILA, L.R. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras comerciais semipesadas criadas em diferentes densidades populacionais. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 36, n. 1, p. 24-29, 2015.
- DE REU, K.; GRIJSPEERDT, K.; HEYNDRICKX, M.; ZOONS, J.; DE BAERE, K. UYTENDAELE, M.; DEBEVERE, J.; HERMAN, L. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. **British poultry science**, Abingdon, v. 46, n. 2, p. 149-155, 2005.
- DEL RIERSON, R.D. **Broiler preference for light color and feed form, and the effect of light on growth and performance of broiler chicks**. 62 p. 2008. Master of science. Department of Animal Sciences and Industry College of Agriculture. Kansas State University, Kansas, 2008.
- DIXON, L.M.; DUNCAN, I.J.H.; MASON, G.J. The effects of four types of enrichment on feather pecking behaviour in laying hens housed in barren environments. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 19, p. 429-435, 2010.
- DONATO, D.C.Z.; GANDRA, E.R.S.; GARCIA, P.D.S.R.; REIS, C.B.M.; GAMEIRO, A.H. A questão da qualidade no sistema agroindustrial do ovo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 47, 2009, Pirassununga: **Evolução e Dinâmica dos Sistemas Agroalimentares e Cadeias Agroindustriais**. Porto Alegre: SOBER, 2009.
- DORMINEY, R.W.; ARSCOTT, G.H. Effects of bird density, nutrient density and perches on the performance of caged white leghorn layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 50, n. 2, p. 619-626, 1971.

EDGAR, J.L.; MULLAN, S.M.; PRITCHARD, J.C.; MCFARLANE, U.J.; MAIN, D.C. Towards a 'good life' for farm animals: development of a resource tier framework to achieve positive welfare for laying hens. **Animals**, Basel, v. 3, n. 3, p. 584-605, 2013.

EL-LETHEY, H.; AERNI, V.; JUNGI, T.W.; WECHSLER, B. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 41, n. 1, p. 22-28, 2000.

FERNANDES, D.P.B.; SILVA, I.J.O.; NAZARENO, A.C.; DONOFRE, A.C. Farm animals's cognition and the tests used on its evaluation. **Journal of Animal Behaviour and Biometeorology**, Mossoró, v. 3, n. 1, p. 9-19, 2015.

FERNANDES, D.P.B.; SILVA, I.J.O.; NAZARENO, A.C.; DONOFRE, A.C.; SEVEGNANI, K.B. Reconhecimento de cores de objetos e de alimentos de cromaticidades opostas por pintos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 67, n. 3, p. 873-881, 2015.

FLEMING, R.H.; MCCORMACK, H.A.; MCTEIR, L.; WHITEHEAD, C.C. Relationships between genetic, environmental and nutritional factors influencing osteoporosis in laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 47, n. 6, p. 742-755, 2006.

GARNER, J.P.; KIESS, A.S.; MENCH, J.A.; NEWBERRY, R.C.; HESTER, P.Y. The effect of cage and house design on egg production and egg weight of White Leghorn hens: An epidemiological study. **Poultry science**, Savoy, v. 91, n. 7, p. 1522-1535, 2012.

GAST, R.K.; GUARD-PETTER, J.; HOLT, P.S. Characteristics of Salmonella enteritidis contamination in eggs after oral, aerosol, and intravenous inoculation of laying hens. **Avian diseases**, Athens, v. 46, n. 3, p. 629-635, 2002.

GREEN, A.R.; XIN, H. Effects of stocking density and group size on heat and moisture production of laying hens under thermoneutral and heat-challenging conditions. **Transactions of the ASAE**, Ames, v. 52, n. 6, p. 2027, 2009.

GREGORY, N.G.; WILKINS, L.J.; ELEPERUMA, S.D.; BALLANTYNE, A.J.; OVERFIELD, N.D. Broken bones in domestic fowls: Effect of husbandry system and stunning method in end-of-lay hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 31, n. 1, p. 59-69, 1990.

GROVER, R.M.; ANDERSON, D.L.; DAMON, R.A.; RUGGLES, L.H. The effects of bird density, dietary energy, light intensity, and cage level on the reproductive performance of heavy type chickens in wire cages. **Poultry Science**, Savoy, v. 51, n. 2, p. 565-575, 1972.

GUESDON, V.; AHMED, A.M.H.; MALLETT, S.; FAURE, J.M.; NYS, Y. Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 47, n. 1, p. 1-12, 2006.

GUINEBRETIERE, M.; HUNEAU-SALAÜN, A.; HUONNIC, D.; MICHEL, V. Cage hygiene, laying location, and egg quality: The effects of linings and litter provision in furnished cages for laying hens. **Poultry science**, Savoy, v. 91, n. 4, p. 808-816, 2012.

HAM, A.D.; OSORIO, D. Colour preferences and colour vision in poultry chicks. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, London, v. 274, n. 1621, p. 1941-1948, 2007.

HUGHES, B.O.; BLACK, A.J. The influence of handling on egg production, egg shell quality and avoidance behaviour of hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 17, n. 2, p. 135-144, 1976.

HUGHES, B.O.; GILBERT, A.B.; BROWN, M.F. Categorisation and causes of abnormal egg shells: relationship with stress. **British poultry science**, Abingdon, v. 27, n. 2, p. 325-337, 1986.

HUONNIC, D.; TREGLODE, M.D.; HUNEAU-SALAÜN, A.; MICHEL, V. Furnished cages for laying hens: effect of group size and litter distribution on feed intake, zootechnical performance and mortality. **World Poultry Science Association (WPSA)**, Proceedings of the 8th Avian French Research Days, St Malo, France, 25-26 March 2009, 2009, 5p.

GUNNARSSON, S.; MATTHEWS, L.R.; FOSTER, T.M.; TEMPLE, W. The demand for straw and feathers as litter substrates by laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 65, n. 4, p. 321-330, 2000.

GVARYAHU, G.; ARARAT, E.; ASAF, E.; LEV, M.; WELLER, J.I.; ROBINZON, B.; SNAPIR, N. An enrichment object that reduces aggressiveness and mortality in caged laying hens. **Physiology & Behavior**, Oxford, v. 55, n. 2, p. 313-316, 1994.

GVARYAHU, G.; CUNNINGHAM, D.L.; VAN TIENHOVEN, A. Filial Imprinting, Environmental Enrichment, and Music Application Effects on Behavior and Performance of Meat Strain Chicks. **Poultry Science**, Savoy, v. 68, n. 2, p. 211-217, 1989.

HAM, A. D.; OSORIO, D. Colour preferences and colour vision in poultry chicks. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, v. 274, n. 1621, p. 1941-1948, 2007.

HANSEN, I.; BRAASTAD, B.O. Effect of rearing density on pecking behaviour and plumage condition of laying hens in two types of aviary. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 40, n. 3-4, p. 263-272, 1994.

HAYIRLI, A.; ESENBUGA, N.; MACIT, M.; YORUK, M. A.; YILDIZ, A.; KARACA, H. Nutrition practice to alleviate the adverse effects of stress on laying performance, metabolic profile and egg quality in peak producing hens: II. The probiotic

supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 18, n. 12, p. 1752, 2005.

HECKERT, R.A.; ESTEVEZ, I.; RUSSEK-COHEN, E.; PETTIT-RILEY, R. Effects of density and perch availability on the immune status of broilers. **Poultry Science**, Savoy, v. 81, n. 4, p. 451-457, 2002.

HERBERT, M.; SLUCKIN, W. Acquisition of colour preferences by chicks at different temperatures. **Animal Behaviour**, London, v. 17, Part 2, n. 0, p. 213-216, 1969.

HESS, E.H. Natural preferences of chicks and ducklings for objects of different colors. **Psychological Reports**, Missoula, v. 2, n. 3, p. 477-483, 1956. ISSN 0031-5125.

HESTER, P.Y.; ENNEKING, S.A.; HALEY, B.K.; CHENG, H.W.; EINSTEIN, M.E.; RUBIN, D.A. The effect of perch availability during pullet rearing and egg laying on musculoskeletal health of caged White Leghorn hens. **Poultry science**, Savoy, v. 92, n. 8, p. 1972-1980, 2013.

HILL, A.T. Foot sore incidence among de-clawed Leghorn-type layers, as affected by strain, density and birds per cage. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 55, n. 1, p. 165-166, 1975.

HUBER-EICHER, B. The effect of early colour preference and of a colour exposing procedure on the choice of nest colours in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 86, n. 1-2, p. 63-76, 2004.

HUGHES, B.O.; WILSON, S.; APPLEBY, M.C.; SMITH, S.F. Comparison of bone volume and strength as measures of skeletal integrity in caged laying hens with access to perches. **Research in Veterinary Science**, London, v. 54, n. 2, p. 202-206, 1993.

HUNEAU-SALAÜN, A.; GUINEBRETIÈRE, M.; TAKTAK, A.; HUONNIC, D.; MICHEL, V. Furnished cages for laying hens: study of the effects of group size and litter provision on laying location, zootechnical performance and egg quality. **Animal**, London, v. 5, n. 06, p. 911-917, 2011.

JOHNSEN, P.F.; VESTERGAARD, K.S.; NØRGAARD-NIELSEN, G. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 25-41, 1998.

JONES, R.B.; MCADIE, T.M.; MCCORQUODALE, C.; KEELING, L.J. Pecking at other birds and at string enrichment devices by adult laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 3, p. 337-343, 2002.

JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L. Pecking at string by individually caged, adult laying hens: colour preferences and their stability. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 11-23, 1998.

JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L.; RAYNER, E. Pecking preferences and pre-dispositions in domestic chicks: implications for the development of environmental enrichment devices. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 69, n. 4, p. 291-312, 2000.

JONES, R.B.; WADDINGTON, D. Modification of fear in domestic chicks, *Gallus gallus domesticus*, via regular handling and early environmental enrichment. **Animal Behaviour**, London, v. 43, n. 6, p. 1021-1033, 1992.

KÄPPELI, S.; GEBHARDT-HENRICH, S.G.; FRÖHLICH, E.; PFULG, A.; SCHÄUBLIN, H.; STOFFEL, M.H. Effects of housing, perches, genetics, and 25-hydroxycholecalciferol on keel bone deformities in laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 90, n. 8, p. 1637-1644, 2011.

KJAER, J.B.; SORENSEN, P. Feather pecking and cannibalism in free-range laying hens as affected by genotype, dietary level of methionine + cystine, light intensity during rearing and age at first access to the range area. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 76, n. 1, p. 21-39, 2002.

KUNST, J. Housing conditions and welfare of laying hens. 2012. Disponível em: <<http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/223256>>. Acesso em: 13 jul. 2015.

LAY JR., D.C.; FULTON, R.M.; HESTER, P.Y.; KARCHER, D.M.; KJAER, J.B.; MENCH, J.A.; MULLENS, B.A.; NEWBERRY, R.C.; NICOL, C.J.; O'SULLIVAN, N.P.; PORTER, R.E. Hen welfare in different housing systems. **Poultry Science**, Savoy, v. 90, n. 1, p. 278-294, 2011.

LEONE, E.H.; ESTÉVEZ, I. Economic and welfare benefits of environmental enrichment for broiler breeders. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, n. 1, p. 14-21, 2008.

LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; NEUMANN, U.; SÜRIE, C.; DISTL, O. Keeping laying hens in furnished cages and an aviary housing system enhances their bone stability. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 46, n. 5, p. 536-544, 2005.

LUKANOV, H.; ALEXIEVA, D. Performance of three commercial hybrid layers housed in conventional and enriched cage systems. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v. 4, n. 3, p. 246-249, 2012.

MASHALY, M.M.; WEBB, M.L.; YOUTZ, S.L.; ROUSH, W.B.; Graves, H.B. Changes in serum corticosterone concentration of laying hens as a response to increased population density. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 11, p. 2271-2274, 1984.

MAYNE, R.K. A review of the aetiology and possible causative factors of foot pad dermatitis in growing turkeys and broilers. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 61, n. 02, p. 256-267, 2005.

MCADIE, T.M.; KEELING, L.J.; BLOKHUIS, H.J.; JONES, R.B. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 93, n. 1–2, p. 67-80, 2005.

MCINERNEY, J. **Animal welfare, economics and policy**. Report on a study undertaken for the Farm & Animal Health Economics Division of Defra, London: DEFRA, p. 68, 2004.

MENEZES, P.C.; CAVALCANTI, V.F.T.; LIMA, E.R.; EVÊNCIO NETO, J. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2224-2229, 2009.

MIKLÓSI, Á.; GONDA, Z.; OSORIO, D.; FARZIN, A. The effects of the visual environment on responses to colour by domestic chicks. **Journal of Comparative Physiology A**, New York, v. 188, n. 2, p. 135-140, 2002.

MILLES, R.D. Fatores nutricionais relacionados à qualidade da casca dos ovos. 2016. Disponível em: <http://www.caodobrasil.com.br/dados/fatores.php>. Acesso em: 15 abr. 2016.

MOE, R. O.; GUE´MENE, D.; BAKKEN, M.; LARSEN, H.J.S.; SHINI, S.; LERVIK, S.; SKJERVE, E.; MICHEL, V.; TAUSON, R. Effects of housing conditions during the rearing and laying period on adrenal reactivity, immune response and heterophil to lymphocyte (H/L) ratios in laying hens. **Animal**, New York, v. 4, n. 10, p. 1709-1715, 2010.

MOINARD, C.; MORISSE, J.P.; FAURE, J.M. Effect of cage area, cage height and perches on feather condition, bone breakage and mortality of laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 39, n. 2, p. 198-202, 1998.

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos-revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2005.

MTILENI, B.J.; NEPHAWE, K.A.; NESAMVUNI, A.E.; BENYI, K. The Influence of Stocking Density on Body Weight, Egg Weight, and Feed Intake of Adult Broiler Breeder Hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, n. 8, p. 1615-1619, 2007.

NORGAARD-NIELSEN, G. Bone strength of laying hens kept in an alternative system, compared with hens in cages and on deep-litter. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 31, n. 1, p. 81-89, 1990.

NAHASHON, S.N.; ADEFOPE, N.A.; AMENYENU, A.; WRIGHT, D. Laying performance of Pearl Gray Guinea Fowl hens as affected by caging density. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, n. 9, p. 1682-1689, 2006.

NEIJAT, M.; HOUSE, J.D.; GUENTER, W.; KEBREAB, E. Calcium and phosphorus dynamics in commercial laying hens housed in conventional or enriched cage systems. **Poultry Science**, Savoy, v. 90, n. 10, p. 2383-2396, 2011.

NICOL, C.J.; GREGORY, N.G.; KNOWLES, T.G.; PARKMAN, I.D.; WILKINS, L.J. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 65, n. 2, p. 137-152, 1999.

NORGAARD-NIELSEN, G.; VESTERGAARD, K.; SIMONSEN, H.B. Effects of rearing experience and stimulus enrichment on feather damage in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 38, n. 3-4, p. 345-352, 1993.

ODÉN, K.; KEELING, L.J.; ALGERS, B. Behaviour of laying hens in two types of aviary systems on 25 commercial farms in Sweden. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 2, p. 169-181, 2002.

ONBAŞILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, n. 3, p. 255-263, 2005.

PAVAN, A.C.; GARCIA, E.A.; MÓRI, C.; PIZZOLANTE, C.C.; PICCININ, A. Efeito da densidade na gaiola sobre o desempenho de poedeiras comerciais nas fases de cria, recria e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1320-1328, 2005.

PETTIT-RILEY, R.; ESTEVEZ, I. Effects of density on perching behavior of broiler chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 71, n. 2, p. 127-140, 2001.

PICKEL, T.; SCHOLZ, B.; SCHRADER, L. Perch material and diameter affects particular perching behaviours in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 127, n. 1, p. 37-42, 2010.

_____. Roosting behaviour in laying hens on perches of different temperatures: Trade-offs between thermoregulation, energy budget, vigilance and resting. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 134, n. 3, p. 164-169, 2011.

PICKEL, T.; SCHRADER, L.; SCHOLZ, B. Pressure load on keel bone and foot pads in perching laying hens in relation to perch design. **Poultry science**, Savoy, v. 90, n. 4, p. 715-724, 2011.

POHLE, K.; CHENG, H.W. Furnished cage system and hen well-being: Comparative effects of furnished cages and battery cages on behavioral exhibitions in White Leghorn chickens. **Poultry science**, Savoy, v. 88, n. 8, p. 1559-1564, 2009.

PROVENZANO, L.; XAVIER, M.M.B.; PIMENTEL, F.V.; MORAES F.V.I.A.; HÜTTEN, G. C.; PARDI, H. S.; MANO, S. B. Avaliação da tipificação e classificação de ovos comercializados na cidade do Rio de Janeiro/RJ – Brasil. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 14, n. 1, p. 19-22, 2007.

REED, H.J.; WILKINS, L.J.; AUSTIN, S.D.; GREGORY, N.G. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 36, n. 1, p. 39-46, 1993.

REED, H.J.; NICOL, C.J. Effects of nest linings, pecking strips and partitioning on nest use and behaviour in modified battery cages. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 33, n. 4, p. 719-727, 1992.

RIOS, R.L.; BERTECHINI, A.G.; CARVALHO, J.C.C.; CASTRO, S.F.; COSTA, V.A. Effect of cage density on the performance of 25-to 84-week-old laying hens. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 11, n. 4, p. 257-262, 2009.

ROBERTS, J.R. Factors Affecting Egg Internal Quality and Egg Shell Quality in Laying Hens. **The Journal of Poultry Science**, Tokyo, v. 41, n. 3, p. 161-177, 2004.

ROPER, T.J. Responses of domestic chicks to artificially coloured insect prey: effects of previous experience and background colour. **Animal Behaviour**, London, v. 39, n. 3, p. 466-473, 1990.

ROPER, T.J.; COOK, S.E. Responses of chicks to brightly coloured insect prey. **Behaviour**, Leiden, v. 110, n. 1, p. 276-293, 1989.

ROPER, T.J.; MARPLES, N.M. Colour preferences of domestic chicks in relation to food and water presentation. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 54, n. 2, p. 207-213, 1997.

ROUSH, W.B.; MASHALY, M.M.; GRAVES, H.B. Effect of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of single comb white leghorn laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 1, p. 45-48, 1984.

SALZEN, E.A.; LILY, R.E.; MCKEOWN, J.R. Colour preference and imprinting in domestic chicks. **Animal Behaviour**, London, v. 19, n. 3, p. 542-547, 1971.

SANDILANDS, V.; MOINARD, C.; SPARKS, N.H.C. Providing laying hens with perches: fulfilling behavioural needs but causing injury? **British Poultry Science**, Abingdon, v. 50, n. 4, p. 395-406, 2009.

SANTOS, A.L. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. 2008. 38f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

SARICA, M.; BOGA, S.; YAMAK, U.S. The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages. **Czech Journal Animal Science**, Prague, v. 53, n. 8, p. 346-353, 2008.

SAVORY, C.J.; JACK, M.C.; SANDILANDS, V. Behavioural responses to different floor space allowances in small groups of laying hens. **British poultry Science**, Abingdon, v. 47, n. 02, p. 120-124, 2006.

SHERWIN, C.M. Environmental Enrichment for Laying Hens — Spherical Objects in the Feed Trough. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 4, n. 1, p. 41-51, 1995.

SHERWIN, C.M.; NICOL, C.J. Factors influencing floor-laying by hens in modified cages. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 36, n. 2, p. 211-222, 1993.

SHERWIN, C.M.; RICHARDS, G.J.; NICOL, C.J. Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 51, n. 4, p. 488-499, 2010.

SHIMMURA, T.; EGUCHI, Y.; UETAKE, K.; TANAKA, T. Behavior, performance and physical condition of laying hens in conventional and small furnished cages. **Animal Science Journal**, Blackwell, v. 78, n. 3, p. 323-329, 2007.

SHIMMURA, T.; AZUMA, T.; EGUCHI, Y.; UETAKE, K.; TANAKA, T. Effects of separation of resources on behaviour, physical condition and production of laying hens in furnished cages. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 50, n. 1, p. 39-46, 2009.

SHIMMURA, T.; HIRAHARA, S.; AZUMA, T.; SUZUKI, T.; EGUCHI, Y.; UETAKE, K.; TANAKA, T. Multi-factorial investigation of various housing systems for laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 51, n. 1, p. 31-42, 2010.

SHIMMURA, T.; AZUMA, T.; HIRAHARA, S.; EGUCHI, Y.; UETAKE, K.; TANAKA, T. Relation between social order and use of resources in small and large furnished cages for laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 49, n. 5, p. 516-524, 2008.

SILVA, I.J.O., BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.D.; PIEDADE, S.D.S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1439-1446, 2006.

SINGH, R.; CHENG, K.M.; SILVERSIDES, F.G. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens.

Poultry Science, Savoy, v. 88, n. 2, p. 256-264, 2009.

STOJČIĆ, M. D.; PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N.; RODIĆ, V.; GLAMOČIĆ, D.; ŠKRBIĆ, Z.; LUKIĆ, M. Effect of genotype and housing system on egg production, egg quality and welfare of laying hens. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 10, n. 2, p. 556-559, 2012.

STRUELENS, E.; TUYTTENS, F.A.M.; DUCHATEAU L.; LEROY, T.; COX, M.; VRANKEN, E.; BUYSE, J.; ZOONS, J.; BERCKMANS, D.; ÖDBERG, F.; SONCK, B. Perching behaviour and perch height preference of laying hens in furnished cages varying in height. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 49, n. 4, p. 381-389, 2008.

TACTACAN, G.B.; GUENTER, W.; LEWIS, N.J.; RODRIGUEZ-LECOMPTE, J.C.; HOUSE, J.D. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. **Poultry science**, Savoy, v. 88, n. 4, p. 698-707, 2009.

TANAKA, T.; HURNIK, J.F. Comparison of behavior and performance of laying hens housed in battery cages and an aviary. **Poultry Science**, Savoy, v. 71, n. 2, p. 235-243, 1992.

TAUSON, R. Effects of a Perch in Conventional Cages for Laying Hens. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Estocolmo, v. 34, n. 2, p. 193-209, 1984/01/01, 1984.

TAUSON, R.; WAHLSTRÖM, A.; ABRAHAMSSON, P. Effect of Two Floor Housing Systems and Cages on Health, Production, and Fear Response in Layers. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 8, n. 2, p. 152-159, 1999.

TAYLOR, A.; SLUCKIN, W.; HEWITT, R. Changing colour preferences of chicks. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 3-8, 1969.

TRINDADE, J.L.; NASCIMENTO, J.W.B.; FURTADO D.A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n.6, p.652-657, 2007.

VALKONEN, E.; VENÄLÄINEN, E.; ROSSOW, L.; VALAJA, J. Effects of calcium diet supplements on egg strength in conventional and furnished cages, and effects of 2 different nest floor materials. **Poultry Science**, Savoy, v. 89, n. 11, p. 2307-2316, 2010.

VITS, A.; WEITZENBÜRGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. **Poultry Science**, Savoy, v. 84, n. 10, p. 1511-1519, 2005.

VOROBYEV, M.; OSORIO, D.; BENNETT, A.T.; MARSHALL, N.J.; CUTHILL, I.C. Tetrachromacy, oil droplets and bird plumage colours. **Journal of Comparative Physiology A**, New York, v. 183, n. 5, p. 621-633, 1998.

WALL, H. Production performance and proportion of nest eggs in layer hybrids housed in different designs of furnished cages. **Poultry Science**, Savoy, v. 90, n. 10, p. 2153-2161, 2011.

WALL, H.; TAUSON, R. Perch arrangements in small-group furnished cages for laying hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 16, n. 3, p. 322-330, 2007.

WEEKS, C.A.; NICOL, C.J. Behavioural needs, priorities and preferences of laying hens. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 62, n. 02, p. 296-307, 2006.

WEGNER, R.M. Experience with the get-away cage system. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 46, n. 01, p. 41-47, 1990.

WEITZENBÜRGER, D.; VITS, A.; HAMANN, H.; HEWICKER-TRAUTWEIN, M.; DISTL, O. Macroscopic and histopathological alterations of foot pads of laying hens kept in small group housing systems and furnished cages. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 47, n. 5, p. 533-543, 2006.

WILKINS, L.J.; MCKINSTRY, J.L.; AVERY, N.C.; KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; TARLTON, J.; NICOL, C. J. Influence of housing system and design on bone strength and keel bone fractures in laying hens. **The Veterinary Record**, Bethesda, v. 169, n. 16, p. 414-414, 2011.

WYSOCKI, M.; BESSEI, W.; KJAER, J.B.; BENNEWITZ, J. Genetic and physiological factors influencing feather pecking in chickens. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 66, n. 04, p. 659-672, 2010.

ZIMMERMAN, P.H.; LINDBERG, A.C.; POPE, S.J.; GLEN, E.; BOLHUIS, J.E.; NICOL, C.J. The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in a non-cage system. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 101, n. 1-2, p. 111-124, 2006.

ZUPAN, M.; KRUSCHWITZ, A.; HUBER-EICHER, B. The influence of light intensity during early exposure to colours on the choice of nest colours by laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 105, n. 1, p. 154-164, 2007.

3 AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES PRODUTIVOS DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS CONVENCIONAIS COM DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DENSIDADES DE ALOJAMENTO

Resumo

As altas densidades de alojamento nas gaiolas de galinhas poedeiras podem influenciar significativamente na produção dos ovos e na mortalidade das aves. Nessas condições, a dificuldade em perder calor aumenta, juntamente com a agressividade e a competição por alimento. Diante do exposto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de diferentes tipos de enriquecimento ambiental em diferentes densidades de alojamento na produção dos ovos e na mortalidade de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais. Para tal avaliação foram utilizadas 240 aves da linhagem Isa Brown de 19 a 60 semanas de idade de uma granja comercial no município de Bastos-SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, ou seja, 3 tipos de enriquecimento ambiental e 3 tipos de densidades de alojamento, gerando-se assim 9 tratamentos, sendo eles: T1 (450 cm²/ave + cordas), T2 (750 cm²/ave + cordas), T3 (1125 cm²/ave + cordas), T4 (450 cm²/ave + cortinas), T5 (750 cm²/ave + cortinas), T6 (1125 cm²/ave + cortinas), T7 (450 cm²/ave + sem enriquecimento), T8 (750 cm²/ave + sem enriquecimento), T9 (1125 cm²/ave + sem enriquecimento). Foram registradas a porcentagem de produção dos ovos e de mortalidade. Para o controle das condições ambientais no interior do galpão e avaliação climática foram monitoradas a temperatura do ar seco (°C), bem como a umidade relativa do ar (%), calculando-se assim a entalpia específica (kJ.kg⁻¹ de ar seco). De acordo com os resultados, não foi visualizado efeito do enriquecimento ambiental e da densidade de alojamento na taxa de mortalidade e na produção de ovos, porém, as condições climáticas desfavoráveis ao desempenho das galinhas poedeiras refletiram em taxas de mortalidade que ultrapassaram o padrão da linhagem para todos os tratamentos. Conclui-se que o uso de enriquecimento ambiental e diferentes densidades de animais/gaiola não exerceram influência significativa na mortalidade e na produção de ovos de galinhas poedeiras na tipologia da instalação estudada.

Palavras-chave: Estresse; Entalpia específica; Mortalidade; Produção de ovos

Abstract

The high stocking density in conventional cages can significantly influence the production of the eggs and the mortality of the laying hens. These conditions, the difficulty to lose heat increase along with the aggressiveness and competition for food. Given the above, the objective of this study was to evaluate the effects of different stocking densities and types of environmental enrichment in the egg

production and mortality of laying hens. For this evaluation were used 240 Isa Brown hens with 19-60 weeks of age from a commercial farm in the municipality of Bastos-SP. The experimental design was completely randomized in a factorial 3 x 3 (3 types of environmental enrichment and 3 types of stocking densities). It generated 9 treatments, as follows: T1 (450 cm²/bird + strings), T2 (750 cm²/bird + strings), T3 (1125 cm²/bird + strings), T4 (450 cm²/bird + curtains), T5 (750 cm²/bird + curtains), T6 (1125 cm²/bird + curtains), T7 (450 cm²/bird + without enrichment), T8 (750 cm²/bird + without enrichment), T9 (1125 cm²/bird + without enrichment). The percentage of egg production and mortality were recorded. To control the environmental conditions inside the shed and climate assessment were monitored dry air temperature (° C) and relative humidity (%), calculating thus the specific enthalpy (kJ.kg⁻¹ dry air). According to the results, was not displayed effect of environmental enrichment and stocking density in the mortality rate and egg production. However, unfavorable weather conditions for the performance of laying hens, reflected in mortality rates that exceeded the standard strain for all treatments. It follows that the use of environmental enrichment and different densities of animals/cage had no significant influence on mortality and production of hen eggs on the type of the studied installation.

Keywords: Mortality; Egg production; Stress; Specific enthalpy

3.1 Introdução

A criação de galinhas poedeiras em gaiolas convencionais pode gerar muitos reflexos negativos no seu desempenho produtivo. Evidências apontam que quando essas aves são alojadas em altas densidades, apresentam alterações negativas na sua produção de ovos, no seu índice de mortalidade e também na expressão do seu comportamento natural.

Esses reflexos estão muitas vezes associados a quadros de estresse fisiológico, indicados pelo aumento dos níveis de corticosterona no sangue ou da razão de heterófilos e de linfócitos (MASHALY et al., 1984; ONBAŞILAR e AKSOY, 2005; CETIN et al., 2011), que por sua vez interferem diretamente na diminuição do peso corporal, na ingestão de ração, na produção dos ovos e no aumento da mortalidade (CUNNINGHAM et al., 1987; HAYIRLI et al., 2005; CETIN et al., 2011; CASTILHO et al., 2015).

O espaço limitado para se locomover em um ambiente estéril, pode ainda, promover alteração da capacidade cognitiva da ave, deixando-a mais propensa a comportamentos agonísticos, como o arranque de penas e o canibalismo, que

comprometem também o desenvolvimento produtivo e aumentam o índice de mortalidade do lote (ADAMS e JACKSON, 1970; CONNOR e BURTON, 1975; CRAIG et al., 1986).

Nesse sentido, estudos já desenvolvidos têm evidenciado que o enriquecimento ambiental traz consequências positivas, pois pode reduzir a agressividade do animal, influenciar no seu consumo de ração e na sua movimentação na gaiola, favorecendo a realização de comportamentos exploratórios (GVARYAHU et al., 1994; SHERWIN, 1995; EL-LETHEY et al., 2000; MCADIE et al., 2005; ABREU et al., 2006; LEONE e ESTÉVEZ, 2008).

Embora no Brasil o sistema de gaiolas enriquecidas ainda não tenha sido adotado, adaptações nas gaiolas convencionais podem ser realizadas de forma econômica e sem comprometer o bom funcionamento do sistema de produção de ovos (REED et al., 1993; SHERWIN, 1995; JONES e CARMICHAEL, 1998; JONES et al., 2000; JONES et al., 2002; MCADIE et al., 2005).

Com base nessas informações, acredita-se que o enriquecimento ambiental possa trazer benefícios produtivos para as galinhas poedeiras. Utilizando essa premissa como hipótese, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de diferentes tipos de enriquecimento ambiental em diferentes densidades de alojamento na produção de ovos e na mortalidade de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Caracterização do sistema de criação

A pesquisa foi conduzida no município de Bastos (SP), localizado nas coordenadas 21°55'19 sul e 50°44'02 oeste e altitude de 445 metros, no período de setembro de 2014 a maio de 2015.

Para tal, foi utilizado um galpão avícola comercial, totalmente aberto, do tipo californiano, com dimensões de 3 m x 80 m (largura x comprimento), pé direito de 2,10 m e, construído em madeira com telhado de telhas de cerâmica. Os galpões

possuíam sombrites nas laterais com cerca de 0,43 cm de altura com a finalidade de proteger as aves da radiação solar.

O galpão escolhido possuía cerca de 592 gaiolas em esquema piramidal com dimensão de 50 x 45 x 40 cm (de largura, de profundidade e de altura) por gaiola, em um conjunto de 4 linhas (148 gaiolas por linha) separadas por um corredor central (Figura 3).

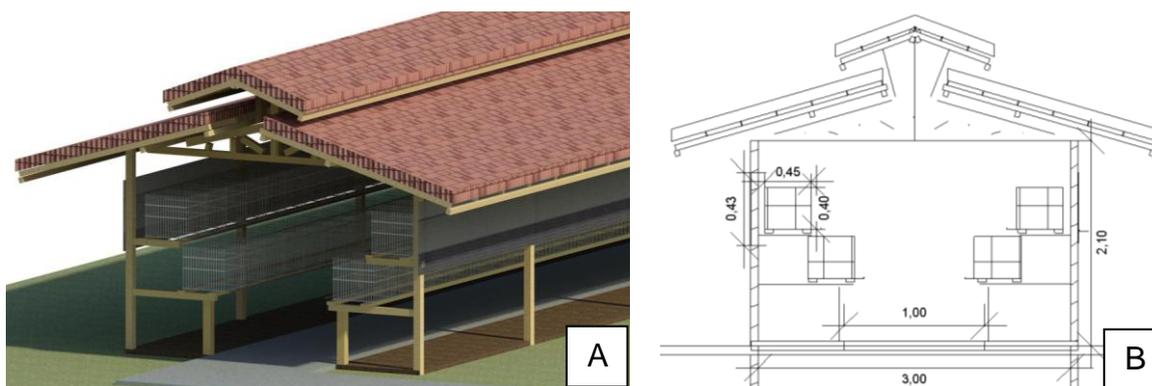


Figura 3 - Vista em 3D (A) e esquema frontal (B) do galpão com disposição das gaiolas em sistema piramidal

Foram utilizadas 240 galinhas poedeiras da linhagem ISA Brown com 19 semanas de idade, com 8 repetições por tratamento, totalizando-se assim, 72 gaiolas. As aves de postura utilizadas tiveram acesso *ad libitum* à água e à ração. Estas foram debicadas com 7 dias de idade, sendo redebicadas aos 70 dias pelo método tradicional de debicagem, utilizando lâmina quente.

Na fase de postura, a iluminação foi fornecida por um período de 14 horas por dia com aumento de 30 minutos a cada semana até completar 16 horas de luz, permanecendo assim durante todo o período de postura.

O delineamento experimental foi inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 3 x 3 (tipos de enriquecimento de gaiolas x densidades de aves), gerando-se 9 tratamentos, sendo: T1: 5 aves/gaiola (450 cm²/ave) + cordas; T2: 3 aves/gaiola (750 cm²/ave) + cordas; T3: 2 aves/gaiola (1125 cm²/ave) + cordas; T4: 5 aves/gaiola (450 cm²/ave) + cortinas; T5: 3 aves/gaiola (750 cm²/ave) + cortinas; T6: 2 aves/gaiola (1125 cm²/ave) + cortinas; T7: 5 aves/gaiola (450 cm²/ave), sem enriquecimento; T8: 3 aves/gaiola (750 cm²/ave), sem enriquecimento; T9: 2 aves/gaiola (1125 cm²/ave), sem enriquecimento.

Os tipos de enriquecimento ambiental utilizados, ou seja, cordas e cortinas, foram escolhidos em função do baixo custo, facilidade de aquisição e adoção pelos produtores.

A escolha da cor, do formato e do tipo de material utilizado para as cordas esteve vinculada também à preferência das aves, baseando-se em resultados de pesquisas já realizadas por outros autores (JONES e CARMICHAEL, 1998; JONES et al., 2000; JONES et al., 2002; MCADIE et al., 2005).

Na presente pesquisa, cada gaiola pertencente aos tratamentos com cordas foi equipada com 8, 5 e 3 cordas de polipropileno brancas, para as densidades de 450 cm²/ave, 750 cm²/ave e 1125 cm²/ave, respectivamente, ou seja, na proporção aproximada de 1,6 cordas/ave/gaiola (JONES e CARMICHAEL, 1998). Essas foram posicionadas a 10 cm das laterais da gaiola e tiveram comprimento igual a 12 cm cada uma, para que o ponto médio ficasse na altura da cabeça das aves (Figura 4), de acordo com adaptações das metodologias descritas por McAdie et al. (2005).



Figura 4 - Disposição dos barbantes (indicados por círculos pretos) no interior das gaiolas com densidade de 450 cm²/ave (A), 750 cm²/ave (B) e 1125 cm²/ave (C)

Com a finalidade de incentivar o comportamento de pré-postura e de fuga das aves, foram elaborados compartimentos por meio de tiras de tecido vermelhas do tipo etamine inseridas na parte traseira da gaiola. As tiras formaram um

compartimento com entradas móveis e dimensões de 20 x 20 x 35 cm (largura x profundidade x altura) com capacidade para uma ave (Figura 5).

A escolha da cor e do material foi baseada em estudos de Herbert e Sluckin (1969), Taylor et al. (1969) e Hrabčáková et al. (2014).

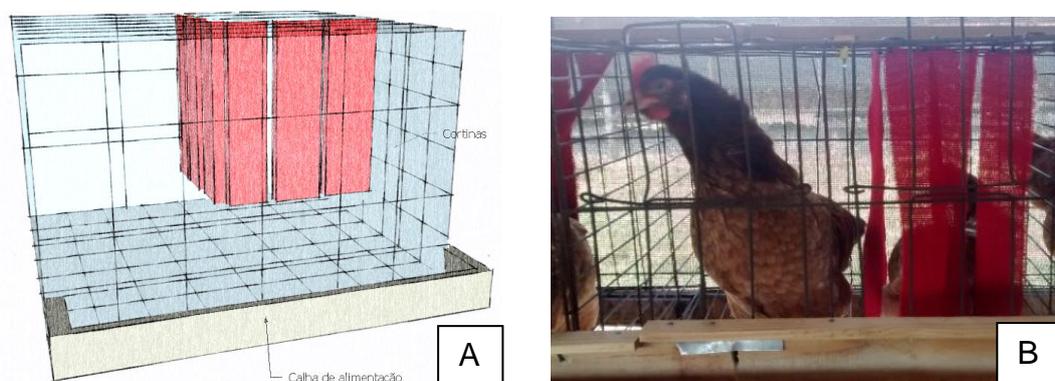


Figura 5 - Representação do local do compartimento instalado no interior das gaiolas (A) e (B)

A escolha das áreas médias de alojamento esteve vinculada e, dessa maneira, foram aproximadas à área comumente utilizada em granjas comerciais brasileiras para gaiolas convencionais (400 cm²/ave) e a estabelecida pela União Europeia para gaiolas enriquecidas (700 cm²/ave).

3.2.2 Caracterização climática do local

Para o controle das condições ambientais no interior do galpão e avaliação climática foram monitoradas, durante todo o período experimental, a temperatura do ar seco (°C) e a umidade relativa do ar (%) (UR) por meio de três dataloggers HOBO[®], posicionados na altura das aves e localizados na porção inicial e final da faixa utilizada para instalação do experimento, bem como no centro geométrico do galpão, programados para o registro dos dados a cada 30 minutos.

Com a finalidade de traçar o perfil climático do local, foram analisadas a temperatura máxima, mínima e média do ar seco, bem como a umidade relativa do ar mínima, máxima e média diária.

Após essa etapa, foi verificada a quantidade de calor existente por meio do cálculo da entalpia específica do ar ($\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ de ar seco), calculada segundo a equação proposta por Rodrigues et al. (2011) (Equação 1):

$$H = 1,006*t + \left(\frac{UR}{P_B}\right) * 10^{\left[\frac{7,5*t}{237,31*t}\right]} * (71,28 + 0,052*t) \dots\dots\dots \text{Eq. (1)}$$

em que,

t - temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$);

UR - Umidade Relativa do ar (%);

P_B - Pressão barométrica, mmHg

A pressão barométrica, em mmHg, foi calculada de acordo com a fórmula a seguir, proposta por Soares e Batista (2004) (Equação 2):

$$P=760*(1-((0,0065z)/288))^{5,2568} \dots\dots\dots \text{Eq. (2)}$$

Onde:

P = Pressão atmosférica do local (mmHg)

z = Altitude (m)

3.2.3 Avaliação do desempenho zootécnico

O desempenho zootécnico das aves foi avaliado de 19 a 60 semanas de idade. Para tal avaliação foi registrada diariamente a produção de ovos, obtendo-se a produção média por meio da relação entre o número de ovos produzidos e o número de aves (produção por ave/dia). Ao final de cada semana foi calculada a produção média, em porcentagem, obtendo-se assim, a taxa de produção.

Assim como a produção de ovos, o registro da quantidade de animais mortos foi realizado diariamente. Ao final de cada semana foi obtida a taxa de mortalidade (%) por meio da relação entre o número de aves mortas e o número de aves vivas.

3.2.4 Análise estatística

Os dados referentes à taxa de mortalidade e a produção de ovos, em porcentagem, foram transformados através de $\arcsen\sqrt{\left(\frac{x}{100}\right)}$. Com o auxílio do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2010), esses dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Caracterização climática

Durante o período experimental, foram observados valores diários médios de temperatura mínima e máxima de 17 e 31 °C, respectivamente, bem como umidade relativa mínima de 31% e máxima de 97% (Figura 6).

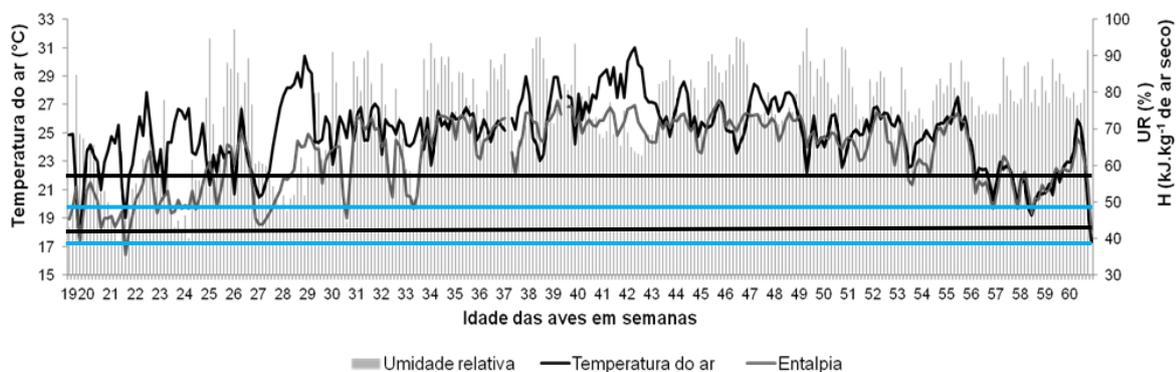


Figura 6 - Média diária da temperatura do ar (°C) UR (%) e H (kJ.kg⁻¹ de ar seco) de 19 a 60 semanas de idade das aves e apresentação da faixa de termoneutralidade para galinhas poedeiras (em preto) e entalpia específica de conforto (em azul)

Ao analisar as variações diárias, foram encontradas temperaturas mínima e máxima de 12 e 40,3 °C, respectivamente, e umidade relativa mínima de 15% e máxima de 99,9%. Neste estudo, os limites de temperatura termoneutra e umidade relativa para criação de galinhas poedeiras seguem os estabelecidos pelo manual da linhagem ISA Brown, situados entre 18-22°C e 60-70%, respectivamente, sendo que

valores diferentes desses irão interferir no consumo de ração, como requisito da ave para sua manutenção corporal (ISA MANAGEMENT GUIDE, 2015).

Adotando-se os valores supracitados de temperatura do ar e umidade relativa de 60%, aferiu-se a faixa de entalpia específica do ar de 38,42 a 48,23 kJ.kg⁻¹ de ar seco como condição de conforto para galinhas poedeiras. Baseando-se nessa faixa, verifica-se na figura anterior que, em grande parte do período experimental, as aves não estavam em condições ideais de conforto.

Observaram-se ainda, períodos prolongados com entalpia específica alta, que muitas vezes ultrapassaram os valores de entalpia específica crítica (82 kJ.kg⁻¹ de ar seco). A entalpia específica crítica definida neste estudo foi baseada na temperatura de 35 °C, combinada com umidade relativa de 50% e, de acordo com Reece et al. (1972), Mahmoud et al. (1996) e Franco-Jimenez et al. (2007), galinhas poedeiras expostas a essas condições ambientais por períodos prolongados podem apresentar estresse térmico grave.

Cabe ressaltar que os resultados negativos de temperatura do ar e umidade relativa para o desempenho das aves encontrados nesse estudo se devem à falta de isolamento do galpão avaliado contra a radiação solar, indicando assim a necessidade de modernização desses galpões, visto que, nestas condições o desempenho zootécnico das aves pode ser negativamente alterado.

Segundo o ISA MANAGEMENT GUIDE (2015), a taxa de postura destas aves normalmente é afetada a temperaturas acima de 30 °C. O peso do ovo cai em cerca de 0,4% por °C entre 23 e 27 °C. Acima de 27 °C, a diminuição é de cerca de 0,8% por °C. Além disso, no início da postura o crescimento da taxa de produção de ovos é reduzido acima de 24 °C e é extremamente baixo acima de 28 °C, sendo que nessa temperatura, a conversão alimentar atinge um valor mínimo. Porém, esses números são apenas indicativos, pois a velocidade do ar e a umidade relativa influenciam na termorregulação das aves (ISA MANAGEMENT GUIDE, 2015).

Holik (2009) afirma que até cerca de 30 °C a galinha pode ainda regular a temperatura do corpo, mas quando a temperatura do ar no galpão chega a 40 °C a temperatura corporal irá aumentar drasticamente. Exposta a 30 °C, a galinha reage com o consumo de ração reduzido, resultando em menor tamanho do ovo e, eventualmente menor produção de ovos.

Segundo o mesmo autor, quando a temperatura aumenta de 30 para 38 °C, a qualidade da casca é susceptível a deteriorar-se, aumentando o percentual de ovos rachados. Acima de 38 °C a ave só pode se livrar do calor do corpo através de alta frequência de ofegação, que produz alcalose respiratória. A partir de 41 °C, o risco de morte é elevado e medidas de emergência devem ser tomadas.

3.3.2 Mortalidade

A análise de variância da mortalidade das aves não apresentou diferenças estatísticas significativas para a interação entre os fatores ($p = 0,60$) ou mesmo para os fatores isolados ($p = 0,19$ para densidade de alojamento e $p = 0,90$ para enriquecimento ambiental). Conforme a Figura 7, verifica-se que em muitos momentos a porcentagem de mortalidade observada neste estudo ultrapassa aos estabelecidas pelo ISA MANAGEMENT GUIDE (2015) para todas as densidades de alojamento.

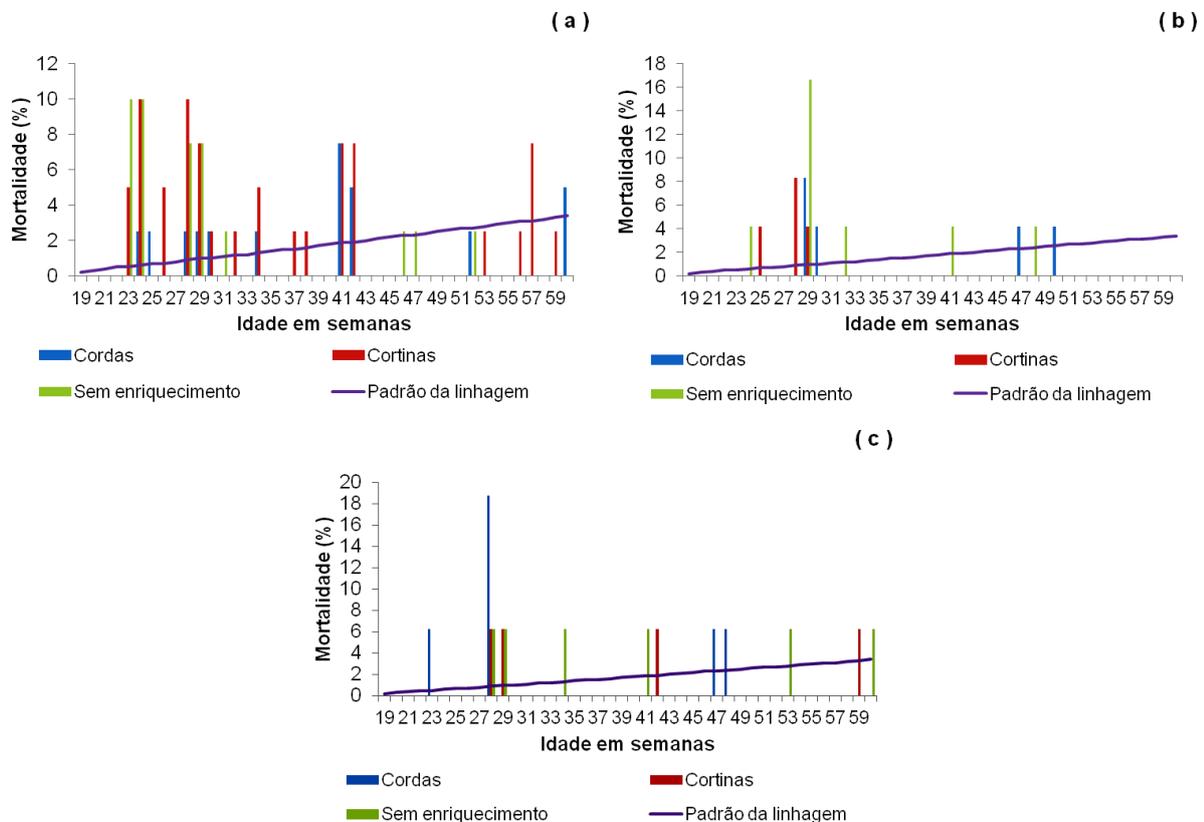


Figura 7 - Mortalidade entre os tipos de enriquecimento ambiental para tratamentos com 5 (a), 3 (b) e 2 (c) aves/gaiola e para o padrão da linhagem ISA Brown no período de 19 a 60 semanas de idade das aves.

Ainda, evidenciou-se maior concentração de mortalidade nas semanas 28 e 29 para todos os tratamentos, semanas em que ocorreram picos de temperatura média do ar associados à baixa umidade relativa e entalpia específica fora da zona de conforto. É possível atribuir essas mortes à dificuldade de galinhas poedeiras em perder calor para o ambiente quando alojadas em gaiolas, ocasionando assim, o aumento da temperatura corporal, que pode submeter a ave ao estresse térmico mais facilmente (SILVA et al., 2006; ALVES et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011). Estudos apontam que quando estão em condições de altas temperaturas as aves comumente apresentam maior mortalidade, além de efeitos deletérios na performance produtiva (MASHALY et al., 2004; FRANCO-JIMENEZ et al., 2007; SOUZA et al., 2015).

Nas semanas 41 e 42 foram encontrados altos picos de temperatura do ar e entalpia específica. Entretanto, observou-se que as mortes ocorreram em maior grau nos tratamentos com 5 aves/gaiola. O que pode ser devido

Observou-se na figura anterior que a ocorrência de mortalidade foi em semanas consecutivas para tratamentos com 5 aves/gaiola (Figura 7a).

Para galinhas poedeiras alojadas em altas densidades nas gaiolas, além da influência negativa de altas temperaturas do ar, estudos comprovam que o aumento da mortalidade pode estar diretamente relacionado a agressões, intensidade luminosa, infecções nas aves, canibalismo e prolapso (ADAMS e JACKSON, 1970; GROVER et al., 1972; CONNOR E BURTON, 1975).

3.3.3 Produção de ovos

No presente estudo, a análise de variância dos dados mostrou que não houve interação significativa entre os fatores ($p = 0,65$) ou efeito dos fatores isolados ($p = 0,23$ para densidade de alojamento e $p = 0,54$ para enriquecimento ambiental) na taxa de produção de ovos ($CV (\%) = 5,37$).

Nas semanas 28 e 29, além de altas temperaturas e maior concentração de mortalidade, foi verificada queda acentuada da produção de ovos, evidenciando que

as aves estavam mais sensíveis à variação de temperatura no início da postura (Figura 8).

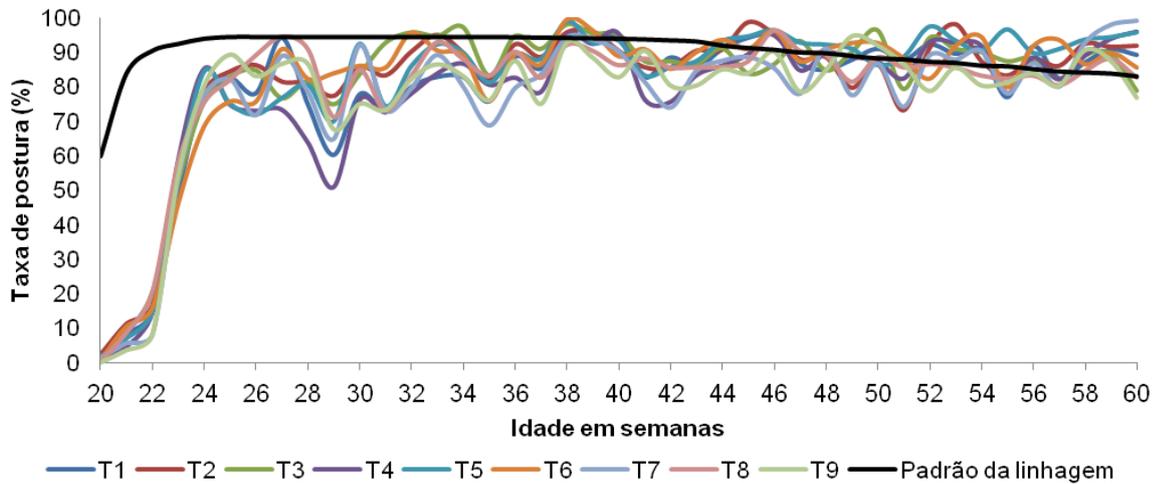


Figura 8 - Variação da taxa de produção de ovos em cada tratamento e para o padrão da linhagem no período de 20 a 60 semanas de idade das aves

Se compararmos os resultados apresentados nesse estudo, verifica-se que a não existência de diferenças significativas entre densidades de 450cm², 750cm² e 1125cm² pode ser um grande problema do ponto de vista do bem-estar animal. Na verdade, não é só uma questão de maior ou menor espaço para os animais, mas todos os fatores envolvidos no sistema de criação, como a produção de calor latente e sensível, a qualidade do ar, a tipologia da construção, dentre outras.

Nas instalações estudadas foi evidenciado o nível de estresse térmico em que as aves foram submetidas. A condição ambiental desfavorável ao desempenho destas aves pode explicar a não diferença encontrada na produção de ovos. O mesmo raciocínio deve-se a mortalidade, pois mesmo não apresentando diferenças, quando ocorreram superaram a demanda da linhagem.

Por outro lado, muitos trabalhos apresentam resultados significativos para densidades menores, porém, com condições de produção diferentes (ADAMS E JACKSON, 1970; GROVER et al., 1972; CONNOR E BURTON 1975; CUNNINGHAM E OSTRANDER, 1981; CUNNINGHAM, 1982; CUNNINGHAM E OSTRANDER, 1982; ROUSH et al., 1984; CUNNINGHAM E GVARYAHU, 1987; CUNNINGHAM et al., 1987; CUNNINGHAM et al., 1988; ANDERSON et al., 2004;

ONBAŞILAR E AKSOY, 2005; NAHASHON et al., 2006; DE MORAES GARCIA et al., 2015).

Nestes trabalhos é possível observar que o alojamento de galinhas poedeiras em altas densidades há muito tempo tem sido considerado um fator preocupante sob o ponto de vista do bem-estar animal. De qualquer forma, deve-se destacar que os trabalhos citados anteriormente foram executados em sua maioria no exterior, onde a realidade produtiva é diferente das condições nacionais de produção.

Uma das possíveis causas do reflexo negativo na produção de ovos observado nestes estudos pode estar associada ao declínio da eficiência alimentar e ao aumento da competição por alimento, observado em condições de alta densidade de alojamento de galinhas poedeiras (GROVER et al., 1972; NAHASHON et al., 2006).

Nessas condições, algumas aves apresentam menor acesso à ração, o que diminui a atividade alimentar e o ganho de peso, fatores que muitas vezes estão relacionados à formação de hierarquia de dominância instável, o que afeta as relações sociais e de bem-estar das aves (CUNNINGHAM e OSTRANDER, 1981; CUNNINGHAM, 1982; CUNNINGHAM e OSTRANDER, 1982; CUNNINGHAM e GVARYAHU, 1987; CUNNINGHAM et al., 1987; NICOL et al., 1999). Entretanto, Cunningham et al. (1988) ressaltam que para diminuir os efeitos negativos dessa baixa hierarquia de dominância na taxa de postura das aves alojadas em gaiolas é necessário fornecer tamanhos de grupo e espaço por ave apropriados.

Além do aumento da dificuldade da ave para acessar o alimento, as altas densidades de alojamento podem dificultar a possibilidade de perda de calor para o ambiente, podendo conduzir as aves à condição de estresse térmico. Submetidas à condição de temperatura alta, as aves apresentam redução do consumo de ração (YOSHIDA et al., 2011; MACK et al., 2013). Além disso, passam menos tempo caminhando e maior período em repouso e bebendo água (MACK et al., 2013).

A diminuição da ingestão de alimento conseqüentemente irá limitar a ingestão de cálcio, refletindo na qualidade dos ovos, bem como na produção deles. Em condição de estresse térmico, como consequência da ofegação há diminuição da pressão parcial de dióxido de carbono e o aumento do pH, diminuindo o cálcio iônico disponível. Isso ocorre devido à menor quantidade de transportadores de cálcio para

a produção da casca do ovo, alterando-se assim as características de qualidade da casca (FRANCO-JIMENEZ et al., 2007; EBEID et al., 2012; MACK et al., 2013).

A redução da produção dos ovos de galinhas poedeiras submetidas as altas temperaturas e prejudicadas na troca de calor com o ambiente é ocasionada ainda, pela diminuição da liberação de hormônios responsáveis pela ovulação, como a progesterona e o hormônio luteinizante, alterando ainda, o intervalo de postura das aves e, ocasionando redução do peso do ovo, do peso do ovário, e do número de folículos grandes (DONOGHUE et al., 1989; NOVERO et al., 1991; ROZENBOIM et al., 2007).

Diante do exposto, ressalta-se que no presente estudo, o alojamento de galinhas poedeiras em densidades comumente utilizadas nos sistemas brasileiros de produção de ovos pode desencadear diversos problemas comprometedores ao bem-estar das aves que interferem não só no aumento da mortalidade e diminuição da produção de ovos, como também na qualidade de vida desses animais.

Dessa forma, torna-se necessária no Brasil a adoção de medidas preventivas para melhorar o bem-estar das aves, mas não baseadas na redução de densidades ou inserção de enriquecimento ambiental. Primeiramente, é fundamental um estudo que neutralize os efeitos do ambiente térmico sobre os sistemas produtivos. A partir desse ponto, outras medidas de bem-estar poderão ter significância tanto na mortalidade como na produção.

3.4 Conclusões parciais

Conclui-se que o uso de enriquecimento ambiental e diferentes densidades de animais/gaiola não tiveram influencia significativa na mortalidade e na produção de ovos de galinhas poedeiras na tipologia da instalação estudada.

Referências

ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.; COLDEBELLA, A.; GOMES, R.C.C.; AMARAL, A.G.; MORAES, S.P. **Enriquecimento ambiental de gaiolas como estratégia prática para incrementar o bem-estar e a produção de ovos de poedeiras pesadas.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006a. 3 p. (Comunicado Técnico, nº 447).

- ADAMS, A.W.; JACKSON, M.E. Effect of cage size and bird density on performance of six commercial strains of layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 49, n. 6, p. 1712-1719, 1970.
- ALVES, S.P.; SILVA, I.J.O.D.; PIEDADE, S.M.D.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.E.; DAVIS, G.S.; JENKINS, P.K.; CARROLL, A.S. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. **Poultry Science**, Savoy, v. 83, n. 1, p. 15-23, 2004.
- CASTILHO, V.A.R.; GARCIA, R.G.; LIMA, N.D.S.; NUNES, K.C.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I.A.; JACOB, F.G. Bem-estar de galinhas poedeiras em diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Tupã, v. 9, n. 2, p. 122-131, 2015.
- CETIN, E.; GUCLU, B.K.; CETIN, N. Effect of dietary humate and organic acid supplementation on social stress induced by high stocking density in laying hens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, New York, v. 10, n. 18, p. 2402-2407, 2011.
- CONNOR, J.K.; BURTON, H.W. Effects of cage population and stocking density on the performance of layers in Queensland. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 15, n. 76, p. 619-625, 1975.
- CRAIG, J.V.; CRAIG, J.A.; VARGAS, J.V. Corticosteroids and other indicators of hens' well-being in four laying-house environments. **Poultry Science**, Savoy, v. 65, n. 5, p. 856-863, 1986.
- CUNNINGHAM, D.L. Cage type and density effects on performance and economic factors of caged layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 10, p. 1944-1949, 1982.
- CUNNINGHAM, D.L.; GVARYAHU, G. Effects on productivity and aggressive behavior of laying hens of solid versus wire cage partitions and bird density. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 10, p. 1583-1586, 1987.
- CUNNINGHAM, D.L.; OSTRANDER, C.E. An evaluation of layer performance in deep and shallow cages at different densities. **Poultry Science**, Savoy, v. 60, n. 9, p. 2010-2016, 1981.
- CUNNINGHAM, D.L.; OSTRANDER, C.E. The effects of strain and cage shape and density on performance and fearfulness of white leghorn layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 2, p. 239-243, 1982.

CUNNINGHAM, D.L.; VAN TIENHOVEN, A.; DE GOEIJEN, F. Dominance rank and cage density effects on performance traits, feeding activity and plasma corticosterone levels of laying hens (*Gallus domesticus*). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 139-153, 1987.

CUNNINGHAM, D.L.V.; VAN TIENHOVEN, A.; GVARYAHU, G. Population size, cage area, and dominance rank effects on productivity and well-being of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 67, n. 3, p. 399-406, 1988.

DE MORAES GARCIA, E.R.; BATISTA, N.R.; NUNES, K.C.; DA CRUZ, F.K.; BARBOSA FILHO, J.A.; ARGUELO, N.N.; SOUZA, R.P.P.; ÁVILA, L.R. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras comerciais semipesadas criadas em diferentes densidades populacionais. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 36, n. 1, p. 24-29, 2015.

DONOGHUE, D.J.; KRUEGER, B.F.; HARGIS, B.M.; MILLER, A.M.; EL HALAWANI, M. Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassayable hypothalamic content of luteinizing hormone-releasing hormone in hens. **Biology of Reproduction**, New York, v. 41, n. 3, p. 419-424, 1989.

EBEID, T.A.; SUZUKI, T.; SUGIYAMA, T. High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 91, n. 9, p. 2282-2287, 2012.

EL-LETHEY, H.; AERNI, V.; JUNGI, T.W.; WECHSLER, B. Stress and feather pecking in laying hens in relation to housing conditions. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 41, n. 1, p. 22-28, 2000.

FRANCO-JIMENEZ, D.J.; SCHEIDELER, S.E.; KITTOK, R.J.; BROWN-BRANDL, T.M.; ROBESON, L.R.; TAIRA, H.; BECK, M.M. Differential Effects of Heat Stress in Three Strains of Laying Hens. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 16, n. 4, p. 628-634, 2007.

GROVER, R.M.; ANDERSON, D.L.; DAMON, R.A.; RUGGLES, L.H. The effects of bird density, dietary energy, light intensity, and cage level on the reproductive performance of heavy type chickens in wire cages. **Poultry Science**, Savoy, v. 51, n. 2, p. 565-575, 1972.

GVARYAHU, G.; ARARAT, E.; ASAF, E.; LEV, M.; WELLER, J.I.; ROBINZON, B.; SNAPIR, N. An enrichment object that reduces aggressiveness and mortality in caged laying hens. **Physiology & Behavior**, Oxford, v. 55, n. 2, p. 313-316, 1994.

HAYIRLI, A.; ESENBUGA, N.; MACIT, M.; YORUK, M.A.; YILDIZ, A.; KARACA, H. Nutrition practice to alleviate the adverse effects of stress on laying performance, metabolic profile and egg quality in peak producing hens: II. The probiotic supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 18, n. 12, p. 1752, 2005.

HERBERT, M.; SLUCKIN, W. Acquisition of colour preferences by chicks at different temperatures. **Animal Behaviour**, London, v. 17, Part 2, n. 0, p. 213-216, 1969.

HOLIK, V. Management of laying hens to minimize heat stress. **Lohmann Information**, Cuxhaven, v. 44, n. 1, p. 16-29, 2009.

HRABČÁKOVÁ, P.; VOŠLÁŘOVÁ, E.; BEDÁŇOVÁ, I.; PIŠTĚKOVÁ, V.; CHLOUPEK, J.; VEČEREK, V. Haematological and biochemical parameters during the laying period in common pheasant hens housed in enhanced cages. **The Scientific World Journal**, Boynton Beach, v. 2014, p. 1-6, 2014.

ISA BROWN MANAGEMENT GUIDE. 2015. Disponível em: <<http://www.joiceandhill.co.uk/~media/Files/Joice%20and%20Hill/technical%20guides/isa%20brown/ISA%20Brown%20Management%20Guide.pdf>>. Acesso em 10 dez. 2015.

JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L. Pecking at string by individually caged, adult laying hens: colour preferences and their stability. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 11-23, 1998.

JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L.; RAYNER, E. Pecking preferences and pre-dispositions in domestic chicks: implications for the development of environmental enrichment devices. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 69, n. 4, p. 291-312, 2000.

JONES, R.B.; MCADIE, T.M.; MCCORQUODALE, C.; KEELING, L.J. Pecking at other birds and at string enrichment devices by adult laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 3, p. 337-343, 2002.

LEONE, E.H.; ESTÉVEZ, I. Economic and welfare benefits of environmental enrichment for broiler breeders. **Poultry Science**, Savoy, v. 87, n. 1, p. 14-21, 2008.

MACK, L.A.; FELVER-GANT, J.N.; DENNIS, R.L.; CHENG, H.W. Genetic variations alter production and behavioral responses following heat stress in 2 strains of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 92, n. 2, p. 285-294, 2013.

MAHMOUD, K.Z.; BECK, M.M.; SCHEIDELER, S.E.; FORMAN, M.F.; ANDERSON, K.P.; KACHMAN, S.D. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. **Poultry Science**, Savoy, v. 75, n. 12, p. 1555-1562, 1996.

MASHALY, M.M.; WEBB, M.L.; YOUTZ, S.L.; ROUSH, W.B.; GRAVES, H.B. Changes in serum corticosterone concentration of laying hens as a response to increased population density. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 11, p. 2271-2274, 1984.

MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 83, n. 6, p. 889-894, 2004.

MCADIE, T.M.; KEELING, L.J.; BLOKHUIS, H.J.; JONES, R.B. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 93, n. 1–2, p. 67-80, 2005.

NAHASHON, S.N.; ADEFOPE, N.A.; AMENYENU, A.; WRIGHT, D. Laying performance of Pearl Gray Guinea Fowl hens as affected by caging density. **Poultry Science**, Savoy, v. 85, n. 9, p. 1682-1689, 2006.

NICOL, C.J.; GREGORY, N.G.; KNOWLES, T.G.; PARKMAN, I.D.; WILKINS, L.J. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 65, n. 2, p. 137-152, 1999.

NOVERO, R.P.; BECK, M.M.; GLEAVES, E.W.; JOHNSON, A.L.; DESHAZER, J.A. Plasma Progesterone, Luteinizing Hormone Concentrations, and Granulosa Cell Responsiveness in Heat-Stressed Hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 70, n. 11, p. 2335-2339, 1991.

OLIVEIRA, E.L.; GOMES, F.A.; SILVA, C.; DELGADO, R.C.; FERREIRA, J.B. Desempenho, características fisiológicas e qualidade de ovos de poedeiras Isa Brown criadas em diferentes sistemas de produção no vale do Juruá–Acre. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 30, n. 13, p. 339-347, 2011.

ONBAŞILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, n. 3, p. 255-263, 2005.

REECE, F.N.; DEATON, J.W.; KUBENA, L.F. Effects of high temperature and humidity on heat prostration of broiler chickens. **Poultry Science**, Savoy, v. 51, n. 6, p. 2021-2025, 1972.

REED, H.J.; WILKINS, L.J.; AUSTIN, S.D.; GREGORY, N.G. The effect of environmental enrichment during rearing on fear reactions and depopulation trauma in adult caged hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 36, n. 1, p. 39-46, 1993.

RODRIGUES, V.C.; SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C.; NASCIMENTO, S.T. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, New York, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.

ROUSH, W.B.; MASHALY, M.M.; GRAVES, H.B. Effect of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of single comb white leghorn laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 1, p. 45-48, 1984.

ROZENBOIM, I.; TAKO, E.; GAL-GARBER, O.; PROUDMAN, J.A.; UNI, Z. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 86, n. 8, p. 1760-1765, 2007.

SAS Institute. Statistical analysis system: realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620p.

SHERWIN, C.M. Environmental Enrichment for Laying Hens Spherical Objects in the Feed Trough. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 4, n. 1, p. 41-51, 1995.

SILVA, I.J.O.D.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.D.; PIEDADE, S.D.S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1439-1446, 2006.

SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. **Meteorologia e climatologia florestal**. Curitiba, Editora UFPR, 2004. 195 p.

SOUZA, B.B.; SILVA, R.C.; RODRIGUES, L.R.; RODRIGUES, V.P.; ARRUDA, A.D.S. Análises do efeito do estresse térmico sobre produção, fisiologia e dieta de aves. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p. 22-26, 2015.

TAYLOR, A.; SLUCKIN, W.; HEWITT, R. Changing colour preferences of chicks. **Animal Behaviour**, London, v. 17, p. 3-8, 1969.

YOSHIDA, N.; FUJITA, M.; NAKAHARA, M.; KUWAHARA, T.; KAWAKAMI, S.I.; BUNGO, T. Effect of High Environmental Temperature on Egg Production, Serum Lipoproteins and Follicle Steroid Hormones in Laying Hens. **The Journal of Poultry Science**, Toquio, v. 48, n. 3, p. 207-211, 2011.

4 QUALIDADE DOS OVOS DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS CONVENCIONAIS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DENSIDADES DE ALOJAMENTO

Resumo

A densidade de alojamento das aves, assim como o tipo de enriquecimento ambiental utilizado no ambiente de criação, pode exercer influência na qualidade dos ovos. Para verificar quais os efeitos desses fatores na qualidade dos ovos, o objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais em função de diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento. Para tal investigação, foram utilizadas 240 galinhas poedeiras da linhagem ISA Brown, com 19 a 57 semanas de idade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3 (3 densidades de alojamento x 3 tipos de enriquecimento ambiental), definindo os seguintes tratamentos: T1 (450 cm²/ave + cordas), T2 (750 cm²/ave + cordas), T3 (1125 cm²/ave + cordas), T4 (450 cm²/ave + cortinas), T5 (750 cm²/ave + cortinas), T6 (1125 cm²/ave + cortinas), T7 (450 cm²/ave + sem enriquecimento), T8 (750 cm²/ave + sem enriquecimento), T9 (1125 cm²/ave + sem enriquecimento). Foram avaliadas as seguintes variáveis: peso do ovo (g), gravidade específica (g.ml⁻¹), unidade Haugh, índice de gema, resistência de casca, espessura de casca, porcentagem de casca, porcentagem de gema, porcentagem de albúmen, porcentagem de ovos com manchas de carne na gema, manchas de carne no albúmen, manchas de sangue na gema, porcentagem de ovos rachados, quebrados, sujos, pouco sujos, limpos e anormais. De acordo com os resultados, foi encontrada interação dos fatores para variáveis relacionadas a casca dos ovos, como gravidade específica, resistência, espessura e porcentagem de casca, porém estas variáveis mostraram médias consideradas normais. O peso dos ovos foi significativamente maior nos tratamentos com cordas e houve diminuição da porcentagem de ovos sujos nos tratamentos com 2 e 3 aves comparado aos com 5 aves/gaiola. A porcentagem de ovos com manchas de carne na gema e no albúmen esteve em nível considerado muito acima do normal para todos os tratamentos. A porcentagem de ovos sujos foi maior nas densidades de 5 aves/gaiola (7,91%) comparado aos demais tratamentos (3,14 e 5,29% para 2 e 3 aves/gaiola, respectivamente). Conclui-se que a inserção de cordas influenciou significativamente ao aumento do peso dos ovos, sendo considerado neste estudo, um importante aspecto do ponto de vista econômico. Entretanto, não foram encontrados resultados relevantes para a qualidade dos ovos oriundos de galinhas poedeiras criadas com diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.

Palavras-chave: Cordas; Cortinas; Movimento limitado; Bem-estar animal

Abstract

The density of bird accommodation as well as the type of environmental enrichment can influence the quality of the eggs. To check what the effects of these factors on egg quality, the aim of this study was to evaluate the quality of egg laying hens housing in conventional cages with different types of environmental enrichment and stocking densities. For this research, we used 240 laying hens of ISA Brown hens, with 19-57 weeks of age. The experimental design was completely randomized in a factorial arrangement 3x3 (3 stocking densities x 3 types of environmental enrichment), setting the following treatments: T1 (450 cm²/bird + strings), T2 (750 cm²/bird + strings), T3 (1125 cm²/bird + strings), T4 (450 cm²/bird + curtains), T5 (750 cm²/bird + curtains), T6 (1125 cm²/bird + curtains), T7 (450 cm²/bird + without enrichment), T8 (750 cm²/bird + without enrichment), T9 (1125 cm²/bird + without enrichment). The following variables were assessed: egg weight (g), specific gravity (g.ml⁻¹), Haugh unit, yolk index, shell strength, shell thickness, percentage of shell, yolk percentage, albumen percentage, percentage of eggs with meat spots in the yolk, meat spots in albumen, blood stains in the yolk, percentage of cracked eggs, broken eggs, dirty eggs, little dirty eggs, clean and abnormal eggs. According to the results, we found interaction of factors for variables related to egg shell, as specific gravity, eggshell strength, shell thickness and eggshell percentage, but these variables showed normal medias. The egg weight was significantly higher in treatments with strings, and there was decrease in the percentage of dirty eggs in the treatments with 2 and 3 birds/cage compared with 5 birds/cage. The percentage of eggs with meat spots on the yolk and albumen was considered higher than normal for all treatments. The percentage of dirty eggs was higher in density of 5 birds/cage (7,91%) compared to other treatments (3,14 and 5,29% for 2 and 3 birds/cage). We conclude that the inclusion of strings influenced significantly increase the egg weight being considered in this study an important aspect of the economic point of view. However, significant results were not found for the quality of the eggs come from laying hens house in cages with different types of environmental enrichment and stocking densities.

Keywords: Strings; Curtains; Limited movement; Animal welfare

4.1 Introdução

A constante procura dos consumidores por produtos oriundos de aves criadas sob práticas de bem-estar animal que minimizem o seu sofrimento, faz com que as pesquisas brasileiras estejam voltadas para adaptações no sistema convencional de galinhas poedeiras alojadas nas gaiolas em bateria, criando-se métodos alternativos

que se baseiam na alteração da densidade de alojamento e na inserção de enriquecimento ambiental no interior das gaiolas.

Segundo Onbasilar e Aksoy (2005) os sistemas alternativos de habitação para galinhas poedeiras devem ser projetados para equilibrar a saúde e o bem-estar das aves com as preferências dos consumidores, as necessidades da indústria e também com o impacto sobre o meio ambiente.

A qualidade dos ovos, cujo fator é importante para o sucesso do produtor, está diretamente correlacionada com as preferências do consumidor. Entretanto, essa qualidade é constantemente alterada conforme o tipo de sistema ao qual as galinhas poedeiras são submetidas (GUESDON et al., 2006; SINGH et al., 2009; NEIJAT et al., 2011; GARNER et al., 2012).

Estudos apontam que em altas densidades de alojamento nas gaiolas em bateria, as aves tendem a consumir menores quantidades de ração devido à maior competitividade por alimento, alterando o peso dos ovos (HAYIRLI et al., 2005; ONBASILAR e AKSOV, 2005; COOK et al., 2006; MENEZES et al., 2009).

Uma das formas de melhorar o peso médio dos ovos é por meio da inserção de enriquecimento ambiental. Os autores Pohle e Cheng (2009) e Guinebrètiere et al. (2012) afirmam que o enriquecimento ambiental influencia positivamente na frequência de alimentação das aves e contribui para o aumento do peso corporal e do peso médio dos ovos.

As alterações ambientais, oriundas da utilização de enriquecimento ambiental em espaço limitado, podem influenciar também nas alterações do comportamento de postura e na tranquilidade das aves. Com isso, os ovos podem ficar mais ou menos tempo expostos às fezes e a choques mecânicos, o que reflete na porcentagem de ovos quebrados, trincados e sujos (APPLEBY et al., 2002; TACTACAN et al., 2009; DE REU et al., 2009).

Com base nessas considerações, o objetivo deste trabalho é avaliar a qualidade dos ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais em função de diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.

4.5 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no município de Bastos (SP), localizado nas coordenadas 21°55'19 sul e 50°44'02 oeste, no período de outubro de 2014 a abril de 2015.

Nesta etapa da pesquisa, a metodologia referente ao sistema de criação das aves e a avaliação climática do local foi semelhante à descrita no Capítulo 3.

4.5.2 Avaliação física dos ovos

A análise da qualidade dos ovos foi realizada no Instituto Biológico de Bastos (SP) durante sete meses, uma semana ao mês, em dias intercalados, ou seja, três dias por semana.

Essas análises foram baseadas em avaliações do peso dos ovos e da qualidade interna e externa do produto, descritas a seguir.

4.2.1.1 Análise da integridade e limpeza da casca

A análise da qualidade externa dos ovos foi realizada utilizando-se a produção diária total. Os ovos coletados foram conduzidos ao laboratório e individualmente observados no ovoscópio para aferição da quantidade de ovos limpos, pouco sujos, sujos, trincados e quebrados. Posteriormente, foi calculada a porcentagem de ovos com essas características.

a) Porcentagem de ovos sujos

A incidência de sujidades nos ovos foi definida de acordo com United states department of agriculture (2000), que classifica como ovos limpos aqueles sem nenhuma sujeira ou aderência de materiais estranhos na casca, ovos sujos como aqueles que têm sujeira localizada ou aderida cobrindo aproximadamente 1/32 avos da área da casca ou espalhadas cobrindo aproximadamente 1/16 avos da área da casca e ovos pouco sujos aqueles com sujeira cobrindo menos que 1/32 avos da

área da casca ou com pequenos pontos de sujeira espalhados e não aderidos (Figura 9).

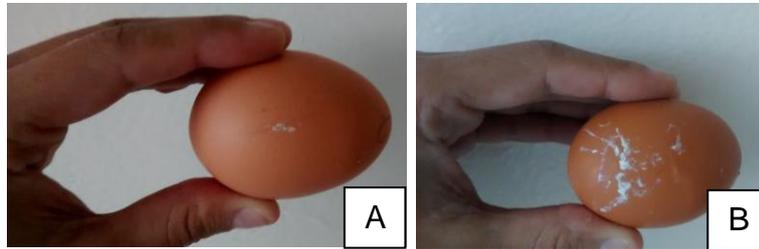


Figura 9 - Ovo pouco sujo (A) e sujo (B)

b) Porcentagem de perda de ovos

A perda total de ovos foi contabilizada durante uma semana por mês de acordo com o controle e classificação do número de ovos rachados e quebrados (Figura 10). Posteriormente foi calculada a relação entre o número de ovos com essas características e o total produzido para cada tratamento.



Figura 10 - Ovos trincados (A) e quebrados (B)

As anormalidades na casca foram definidas conforme Oliveira et al. (2001), observando-se a incidência de ovos sem casca, com casca fina, porosos ou moles, deformados, com extremidade cinturada ou estrangulada, enrugado, achatado de lado, rugoso ou com deposição anormal de carbonato de cálcio, manchado, amarelo ou com perda da cor.

Após serem classificados com relação à integridade e limpeza da casca, os ovos quebrados e rachados foram descartados. Dos ovos íntegros que restaram, foram coletadas 2 amostras por repetição, ou seja, 16 ovos por tratamento para as análises pertinentes ao peso dos ovos, a sua qualidade interna e a sua casca.

4.2.1.2 Gravidade específica (GE)

A gravidade específica dos ovos foi calculada segundo a metodologia descrita por Stadelman e Cotterill (1986). Assim, foram diluídas quantidades diferentes de sal em água contida em recipientes até se obter o valor de densidade esperado, identificado por meio de densímetro com intervalo de 1,000 a 1,200 g.ml⁻¹.

Os valores de densidade a serem obtidos nos recipientes variaram de 1,060 a 1,100 g.ml⁻¹, com aumento de 0,005 g.ml⁻¹, sendo as densidades correspondentes a cada recipiente anotadas nos mesmos (Figura 11).



Figura 11 - Aferição da gravidade específica dos ovos

Seguindo a metodologia proposta por Voisey e Hunt (1974), os ovos foram mergulhados em cada um dos recipientes, começando da menor para a maior densidade. Eles eram retirados ao flutuarem, sendo à densidade da solução em que cada um flutuou correspondente a densidade do ovo, demarcada no respectivo balde.

4.2.1.3 Peso do ovo (PO), altura do albúmen (AA), unidade Haugh (UH) e resistência da casca (RC) e índice de gema

Após a aferição da gravidade específica, os ovos coletados foram analisados na máquina modelo DET 6000 da fabricante NABEL[®], para aferição do peso do ovo (g), altura do albúmen (mm), unidade Haugh e resistência da casca (Kgf).

Tal análise foi realizada com a pesagem individual dos ovos. Posteriormente, para aferição da resistência da casca, cada ovo foi submetido à compressão horizontal contra uma superfície vertical plana, em uma velocidade de 5 mm/s até a casca rachar.

Após essa etapa, foi determinada a unidade Haugh, calculada de acordo com a fórmula descrita por Eisen et al. (1962) que inclui a altura do albúmen, medida no ponto médio entre a gema e o limite do albúmen denso, bem como o peso do ovo mensurado anteriormente.

Após essas análises, a gema foi separada cuidadosamente do albúmen para a coleta da sua altura por meio de um micrômetro da marca Ames, modelo S-6428 e do seu diâmetro, mensurado por meio de um paquímetro digital.

4.2.1.4 Porcentagem de gema (PG), de albúmen (PA) e de casca (PC)

Após a medição da largura e altura da gema, ela foi pesada em balança analítica com graduação de 0,01 g.

O peso do albúmen foi mensurado subtraindo-se do peso total do ovo, o peso da casca e da gema. Posteriormente, foi aferida a porcentagem de gema, de albúmen e de casca dividindo-se o peso da gema, do albúmen e da casca, respectivamente, pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

4.2.1.5 Espessura da casca (EC)

Após os ovos serem quebrados, as cascas foram lavadas em água corrente, preservando-se as membranas internas e externas. Assim, foram colocadas em estufas com temperatura de 65°C para secagem, durante 48 horas (Figura 12a).

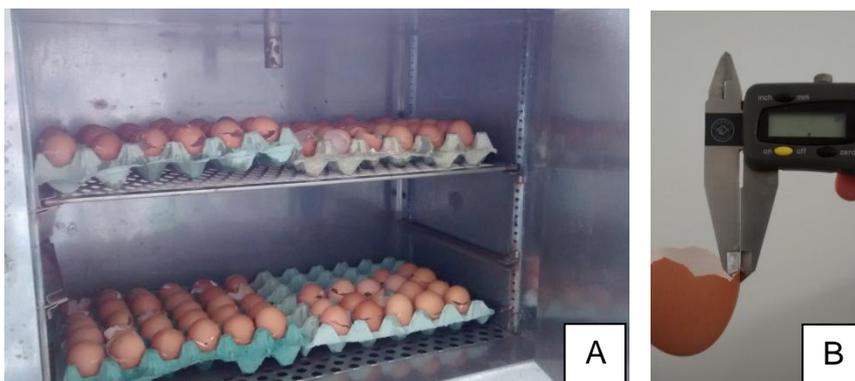


Figura 12 - Estufa para secagem das cascas (A) e determinação da sua espessura (B)

Posteriormente, as cascas de cada ovo foram pesadas para a obtenção da porcentagem de casca em relação ao peso total do ovo, e as suas espessuras foram medidas em 3 pontos da zona equatorial, obtendo-se a média desses pontos com o auxílio de um paquímetro digital, com precisão de 0,01 mm (Figura 13b), segundo a metodologia aplicada por De Toledo Barreto et al. (2007).

4.2.1.6 Incidência de pontos com carne ou sangue na gema e/ou no albúmen

Durante a quebra dos ovos, foi identificada a incidência de pontos de carne e sangue na gema e no albúmen por um único observador, de acordo com a metodologia de Safaa et al. (2008) e Hidalgo et al. (2008) (Figura 13).

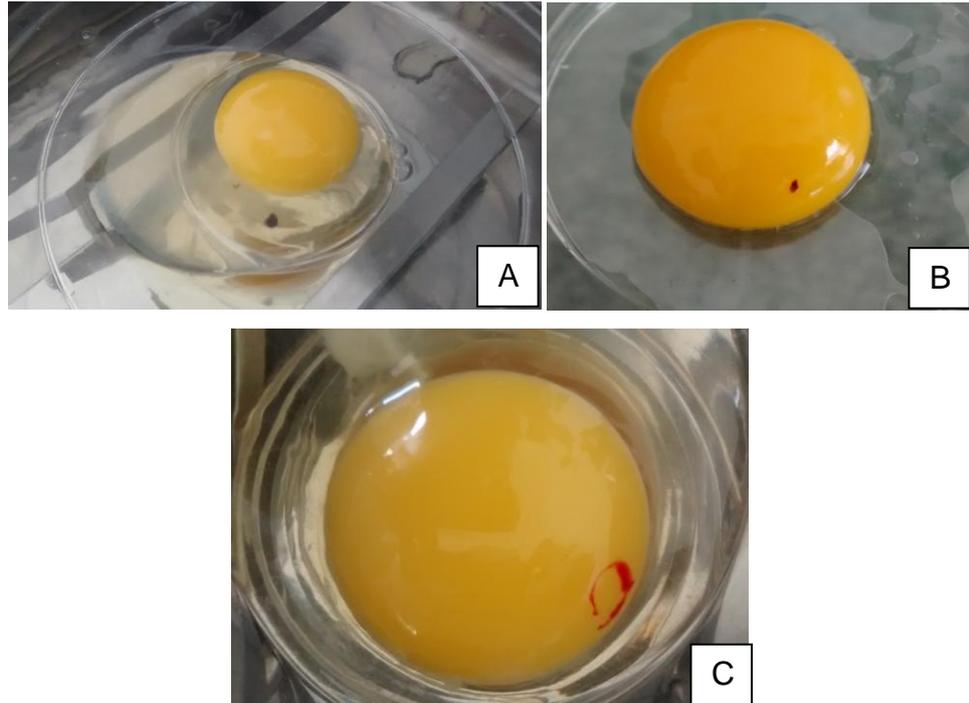


Figura 13 - Incidência de mancha de carne no albúmen, mancha de carne na gema (B) e mancha de sangue na gema (C)

As manchas encontradas nos ovos abertos foram consideradas manchas de sangue apenas quando eram vermelhas brilhantes na cor, sendo quaisquer outros pontos registrados como manchas de carne (FRONING e FUNK, 1958). Esse é um importante fator a se analisar em ovos de consumo, visto que pode denegrir a imagem do produto (NALBANDOV e CARD, 1947; SAUTER et al., 1952; HELBACKA e SWANSON, 1958; ARTHUR e O'SULLIVAN, 2005).

4.2.2 Análise estatística

Os dados de qualidade externa dos ovos, ou seja, ovos quebrados, trincados, sujos, poucos sujos, limpos e anormais, bem como a porcentagem de albúmen, de gema e de casca foram transformados por meio da fórmula de $\arcsen \sqrt{\left(\frac{x}{100}\right)}$, ideal para dados apresentados em porcentagem.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativas, as médias dos tratamentos foram comparadas a 5% de significância pelo teste de Tukey, com o auxílio do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2010).

Os dados referentes à incidência de partículas estranhas nos ovos foram analisados por meio de comparações múltiplas de proporções pelo teste de qui-quadrado à 5% de significância.

4.3 Resultados e discussão

Os dados de qualidade dos ovos apresentados na Tabela 4 evidenciam que não houve interação significativa dos fatores para o peso deste produto. Porém, verificou-se que o enriquecimento ambiental foi o fator que influenciou significativamente nessa variável. De acordo com os resultados, a utilização de cordas exerceu efeito positivo no peso dos ovos, mostrando maior média quando comparada à utilização das cortinas ou mesmo à ausência de enriquecimento ambiental.

Tabela 4 – Peso, gravidade específica, unidade Haugh, índice de gema, resistência de casca, espessura de casca e porcentagem de casca, de gema e de albúmen dos ovos de galinhas poedeiras criadas em diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.

(continua)

Densidade (aves/gaiola)	Enriquecimento ambiental			Densidade Total ²	CV (%)	p E ³	p D ⁴	P E X D ⁵
	Cordas	Cortinas	Sem enriquecimento					
Peso do ovo (g)								
2	62,51	62,19	61,29	61,99				
3	62,8	61,65	61,81	62,09				
5	62,39	61,42	61,80	61,87	3,45	0,02	0,83	0,62
Enriquecimento Total¹	62,56a	61,75b	61,64b					
(%) Gema								
2	25,13	25,61	25,79	25,51A				
3	25,28	25,05	25,1	25,15AB				
5	24,71	24,91	24,82	24,82B	2,04	0,42	<0,01	0,22
Enriquecimento Total	25,04	25,19	25,24					
(%) Albúmen								
2	65,28	64,92	64,53	64,91B				
3	65,29	65,1	65,10	65,16AB				
5	65,74	65,32	65,47	65,51A	1,2	0,06	<0,01	0,63
Enriquecimento Total	65,43	65,11	65,03					
(%) Casca								
2	9,59aA	9,47aB	9,69aA	9,58				
3	9,43bA	9,84aA	9,80aA	9,69				
5	9,55aA	9,77aA	9,71aA	9,68	1,81	<0,01	0,1	<0,01
Enriquecimento Total	9,52b	9,69a	9,73a					
Gravidade específica (g.mL⁻¹)								
2	1,088bA	1,087bB	1,089aA	1,088				
3	1,087bA	1,089aA	1,089aA	1,089				
5	1,089aA	1,087aAB	1,089aA	1,088	0,21	0,69	<0,01	<0,01
Enriquecimento Total	1,087c	1,088b	1,089a	0,69				

Tabela 4 – Peso, gravidade específica, unidade Haugh, índice de gema, resistência de casca, espessura de casca e porcentagem de casca, de gema e de albúmen dos ovos de galinhas poedeiras criadas em diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.

(conclusão)

Densidade (aves/gaiola)	Enriquecimento ambiental			Densidade Total ²	CV (%)	p E ³	p D ⁴	P E X D ⁵
	Cordas	Cortinas	Sem enriquecimento					
Unidade Haugh								
2	80,44	81,84	80,97	81,74				
3	81,13	80,81	82,89	81,61				
5	80,05	80,88	84,29	81,08	5,9	0,02	0,68	0,18
Enriquecimento Total¹	80,54b	81,18ab	82,72a	0,68				
Índice de gema								
2	0,44	0,43	0,44	0,44AB				
3	0,43	0,43	0,43	0,43B				
5	0,44	0,44	0,44	0,44A	2,94	1,00	0,02	0,5
Enriquecimento Total	0,43	0,43	0,43					
Resistência da casca (kgf)								
2	4,00aA	3,83aA	3,91aB	3,92B				
3	3,87bA	3,99bA	4,24aA	4,03AB				
5	3,99aA	4,08Aa	4,15aAB	4,08A	8,55	0,02	0,02	0,02
Enriquecimento Total	3,96b	3,97ab	4,1a					
Espessura de casca (mm)								
2	0,39aA	0,38aB	0,38aA	0,38B				
3	0,39aA	0,39abA	0,38aA	0,39AB				
5	0,39abA	0,40aA	0,38bA	0,39A	4,4	0,02	0,05	<0,01
Enriquecimento Total	0,39a	0,39ab	0,38b					

¹ Média total do fator enriquecimento; ² Média total do fator densidade de alojamento; ³ valor de p para o fator enriquecimento ambiental; ⁴ valor de p para o fator densidade de alojamento; ⁵ valor de p para a interação entre os fatores. Médias com letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem significativamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Como observado na Figura 14, nos tratamentos com cordas houve produção de maior quantidade de ovos extra grande e jumbo, que possuem maior valorização no mercado (CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - CEPEA, 2016), justificando assim, o aumento da média relacionada ao peso dos ovos oriundos desses tratamentos. Neste trabalho considerou-se o peso do ovo um importante quesito na escolha do enriquecimento de gaiolas, visto que a indústria avícola utiliza essa variável como fator econômico em função da demanda de mercado.

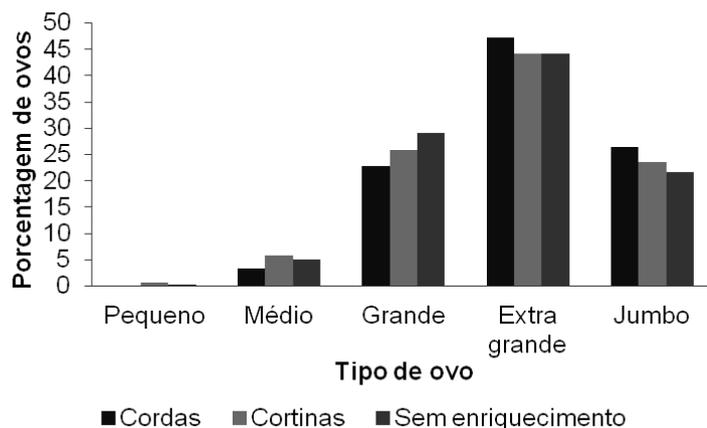


Figura 14 - Porcentagem de ovos classificados conforme o peso para tratamentos com cordas, cortinas e sem enriquecimento ambiental

A densidade de alojamento não exerceu efeito significativo no peso dos ovos. Resultados semelhantes foram encontrados por Adams e Jackson (1970), Grover et al. (1972), Connor e Burton (1975), Cunningham et al. (1987), Cunningham e Gvaryahu (1987), Brake e Peebles (1992) e Hayirli et al. (2005) que não observaram efeito da densidade no peso dos ovos ao alojarem galinhas poedeiras em áreas de 307 a 1393 cm²/ave . Entretanto, são contrários aos encontrados por Cunningham e Ostrander (1981), Cunningham e Ostrander (1982), Cunningham (1982), Anderson et al. (2004), Onbasilar e Aksoy (2005), Menezes et al. (2009), Saki et al. (2012), De Moraes Garcia et al. (2015) para as áreas de 309 a 2000 cm²/ave, pois esses verificaram redução do peso desse produto à medida que o espaço/ave diminuiu.

Ao contrário desses resultados, outros estudos apontam a redução do peso dos ovos conforme se aumentou o espaço de alojamento, para densidades na faixa de 300 a 587 cm²/ave (ROUSH et al., 1984; DAVAMI et al., 1987).

Ressalta-se que essa variedade de resultados, referentes ao peso dos ovos, pode ser atribuída a uma multiplicidade de fatores, incluindo as diferenças genóticas, dietéticas e efeitos do mau dimensionamento do comedouro e espaço de bebedouro conforme a densidade de alojamento (GARNER et al., 2012).

Os resultados permitiram verificar ainda que a densidade de alojamento altera a porcentagem dos componentes internos dos ovos. Na densidade de 5 aves/gaiola, observou-se diminuição da porcentagem de gema e aumento da porcentagem de albúmen comparada a 2 aves/gaiola.

Nesse caso, as condições ambientais desfavoráveis para criação de galinhas poedeiras, podem ter diminuído a produção de proteínas precursoras do plasma da gema do ovo (BOLLENGIER-LEE, 1999). Um dos fatores que levam a esta inibição está relacionado ao aumento dos níveis de corticosterona (SALVANTE E WILLIAMS, 2003) comumente evidenciado em animais que se encontram em alta densidade ou tamanho de grupo inapropriado ao seu desenvolvimento produtivo (MASHALY et al., 1984; CUNNINGHAM et al. 1987; HAYIRLI et al., 2005; ONBAŞILAR E AKSOY, 2005; BARNETT et al., 2009).

Os dados de qualidade dos ovos apresentados mostram que a casca foi o componente do ovo mais afetado pela densidade de alojamento em função do enriquecimento ambiental, como observado pela interação significativa dos fatores para a gravidade específica, a resistência, a espessura e a porcentagem de casca.

Com relação à gravidade específica dos ovos, foi observada a diminuição dessa variável em gaiolas com 2 ou 3 aves e uso de cordas comparadas aos tratamentos sem enriquecimento ambiental e com essas mesmas densidades de alojamento. Esse resultado pode ter ocorrido pela tendência ao aumento do peso dos ovos. O mesmo ocorreu nos tratamentos com 2 aves e cortinas, que pode ter refletido na diminuição da espessura e porcentagem de casca (ROLAND, 1979; NORDSTROM et al., 1982).

Embora tenham ocorrido variações significativas relacionadas à qualidade da casca, estas estão em níveis considerados normais para todos os tratamentos. De acordo com a literatura, a gravidade específica de ovos com boa qualidade deve estar acima de 1,080 (SANTOS, 2008). Quanto a espessura de casca, Rodriguez-Navarro et al. (2002) encontraram valores entre 0,31 e 0,49 mm para ovos frescos de galinhas ISA Brown com até 58 semanas. Para a porcentagem de casca, valores normais estão compreendidos entre 9,5 a 10%, não comprometendo assim, a qualidade do produto (KOVACS-NOLAN et al., 2005; CAMPBELL et al., 2009).

Os resultados mostram ainda, que houve interação entre os fatores para a resistência de casca, mostrando variação entre os tipos de enriquecimento ambiental com densidade de 3 aves/gaiola, bem como entre as diferentes densidades dos tratamentos sem enriquecimento ambiental. Entretanto, não houve interação entre

os fatores para a porcentagem de ovos quebrados, portanto, a variação da resistência de casca não influenciou nessa variável (Tabela 5).

Tabela 5 – Limpeza e integridade da casca dos ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais em função de diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidade de alojamento.

Densidade (Aves/gaiola)	Enriquecimento ambiental			Densidade Total ²	p E ³	p D ⁴	p E x D ⁵
	Cordas	Cortinas	Sem enriquecimento				
Ovos quebrados (%)							
2	0,29	0,00	0,89	0,40B	0,11	0,02	0,10
3	0,64	1,79	1,80	1,41A			
5	1,18	0,15	1,74	1,02AB			
Enriquecimento Total¹	0,71	0,65	1,48				
Ovos rachados (%)							
2	1,98	1,19	1,49	1,55	0,63	0,86	0,19
3	0,59	2,63	2,53	1,92			
5	1,42	0,77	1,32	1,17			
Enriquecimento Total	1,33	1,53	1,78				
Ovos sujos (%)							
2	2,18	2,38	4,86	3,14B	0,72	<0,01	0,52
3	4,71	5,82	5,32	5,29B			
5	8,64	7,63	7,45	7,91A			
Enriquecimento Total	5,55	4,91	5,88				
Ovos pouco sujos (%)							
2	7,73	9,46	9,82	9,00A	0,46	0,02	0,58
3	3,56	6,32	5,70	5,19B			
5	7,22	6,53	5,87	6,54AB			
Enriquecimento Total	6,17	7,44	7,13				
Ovos limpos (%)							
2	87,1	84,82	78,67	83,53B	0,29	<0,01	0,37
3	90,91	87,75	87,77	88,81A			
5	83,90	85,37	84,62	84,63B			
Enriquecimento Total	87,31	85,98	83,69				
Ovos anormais (%)							
2	0,29	0,00	0,29	0,20B	0,24	0,02	0,12
3	0,09	0,54	1,14	0,60AB			
5	1,34	0,38	0,68	0,80A			
Enriquecimento Total	0,58	0,31	0,71				

¹ Média total do fator enriquecimento; ² Média total do fator densidade de alojamento; ³ valor de p para o fator enriquecimento ambiental; ⁴ valor de p para o fator densidade de alojamento; ⁵ valor de p para a interação entre os fatores. Médias com letras minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas diferem significativamente a 5% de significância pelo teste de Tukey.

De acordo com os resultados, a porcentagem de ovos quebrados esteve associada a densidade de alojamento, evidenciando que gaiolas com 3 aves mostraram maiores médias e as com 5 aves, médias intermediárias. Vits et al. (2005) afirmam que o aumento no tamanho de grupo das aves pode resultar em maior número de ovos quebrados devido à grande quantidade de ovos nos coletores, que por serem pequenos podem resultar em colisões uns com os outros

após o seu rolamento. Esta acumulação pode resultar em ovos com cascas danificadas (TAUSON, 1998; TAUSON, 2002).

Embora a densidade de alojamento tenha influenciado no aumento da porcentagem de ovos quebrados, todas as médias estão em níveis considerados normais para granjas de postura, sendo até 6% para ovos quebrados (ROLAND, 1988).

Quanto a limpeza da casca, os resultados mostraram que os tratamentos com 5 aves apresentaram maior quantidade de ovos sujos em comparação às demais densidades, o que se deve à diminuição do espaço livre para o rolamento dos ovos quando há alta densidade de alojamento, fazendo com que fiquem mais vulneráveis às fezes das aves.

A porcentagem de ovos sujos para gaiolas com 5 aves e 450 cm²/ave (7,91%) esteve acima da faixa encontrada por Hernández (2014). Este autor observou que ovos sujos de galinhas poedeiras alojadas em gaiolas convencionais em grupos de 6 aves/gaiola e 500 cm²/ave, com 20 a 60 semanas de idade, variou de 4,6 a 6,5% de ovos sujos. Já Tauson et al. (2009) encontraram médias entre 2,43 a 5,33% para aves com idade entre 21 e 61 semanas, alojadas na densidade de 5 aves/gaiola e espaço disponível de 561,9 cm²/ave.

Um elevado número de aves pode influenciar no aumento da quantidade de fezes e outras sujidades retidas nas gaiolas e resultar na maior probabilidade da postura do ovo na mesma região em que as aves defecaram (AHAMMED et al., 2013). Esses resultados evidenciam assim, que em alta densidade de alojamento, há maior probabilidade de comprometimento da segurança do conteúdo interno dos ovos para consumo humano.

Além da associação com a densidade de alojamento, os percentuais de ovos quebrados e sujos podem estar relacionados também à estrutura da gaiola. A profundidade das gaiolas pode permitir que os ovos rolem a uma distância mais longa e, portanto, o risco de os ovos ficarem sujos aumente. A distância percorrida aumenta a velocidade e a força do impacto resultando em mais ovos quebrados ou rachados (GUESDON e FAURE, 2004).

Os dados evidenciaram também que gaiolas com 5 aves apresentaram maior quantidade de ovos anormais comparadas às gaiolas com 2 aves. Tratamentos com

3 aves mostraram resultados intermediários para esta variável, não diferindo das demais densidades. Entretanto, a porcentagem de ovos com anormalidades na casca se encontram abaixo dos níveis considerados normais, ou seja, 1-9% (COUTTS E WILSON, 2007).

O aumento da quantidade de ovos anormais pode ter ocorrido devido a fatores estressantes para as aves no ambiente de criação (HUGHES e BLACK, 1976; HUGHES et al., 1986) e como consequência da alta densidade de alojamento, conforme observado por Dorminey e Arscott (1971).

Quanto à incidência de partículas estranhas (Tabela 6), os resultados mostram que a porcentagem de ovos com mancha de carne na gema e no albúmen se manteve acima dos níveis considerados normais para todos os tratamentos, ou seja, maior que 5% (KRAWCZYK E GORNOWICZ, 2010).

Tabela 6 - Incidência de partículas estranhas nos ovos para a associação entre enriquecimento ambiental e densidade de alojamento.

Partículas estranhas	Tratamentos									p
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	
Mancha de carne no albúmen (%)	24,76abc	28,89ab	17,09c	25,31abc	32,46a	19,23bc	22,74abc	29,97ab	19,31bc	<0,01
Mancha de carne na gema (%)	47,65ab	41,59abc	33,7c	43,75abc	34,21c	36,64bc	49,53a	47,4ab	45,06abc	<0,01
Mancha de sangue na gema (%)	2,19	1,59	1,09	0,94	1,97	3,08	2,80	0,98	1,28	0,39

Médias com letras minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey, baseado em comparações múltiplas de proporções a 5% de significância.

A partir dos dados evidenciados, pode-se observar que a ocorrência de ovos com mancha de carne no albúmen está mais associada à densidade de alojamento, visto que, dentro dos tratamentos com cordas e cortinas estas variáveis mostraram diferenças significativas.

De acordo com os resultados, verificou-se que entre os tratamentos com cordas, gaiolas com 2 aves evidenciaram diminuição da porcentagem de ovos com manchas de carne no albúmen e na gema.

Gaiolas com cortinas e 2 aves apresentaram redução da porcentagem de ovos com manchas de carne no albúmen e comparando os tratamentos com densidades de 3 aves/gaiola, verificou-se que a inserção desse tipo de enriquecimento foi eficaz

na diminuição da ocorrência de ovos com manchas de carne na gema comparado ao tratamento sem enriquecimento ambiental.

Na Tabela 7, observa-se que a inserção de enriquecimento ambiental diminuiu a porcentagem de ovos com manchas de carne na gema (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de ovos com incidência de partículas estranhas para cada fator

Fatores		Partículas estranhas		
		Mancha de carne no albúmen (%)	Mancha de carne na gema (%)	Mancha de sangue na gema (%)
Enriquecimento ambiental	Cordas	23,87	41,32b	1,65
	Cortinas	25,99	38,37b	1,92
	Sem enriquecimento	24,39	47,56a	1,74
p enriquecimento ambiental		0,56	<0,01	0,91
Densidade de alojamento	5 aves/gaiola	24,27b	46,98a	1,98
	3 aves/gaiola	30,42a	41,10b	1,51
	2 aves/gaiola	18,49c	38,13b	1,82
p densidade de alojamento		<0,01	<0,01	0,74

Médias com letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, baseado em comparações múltiplas de proporções a 5% de significância.

Nalbandov e Card (1947) afirmam que ovos com essas características podem prejudicar economicamente o produtor rural, visto que são classificados como não comestíveis e podem levar os consumidores a pararem de consumir ovos temporariamente, até que se recuperem da reação psicológica adversa.

As médias de porcentagens de ovos com mancha de sangue na gema estiveram dentro da faixa considerada normal. Segundo United states department of agriculture (2000), as manchas de carne na gema podem ser manchas de sangue que sofreram algum processo químico. Essas manchas de sangue são ocasionadas devido ao rompimento de vasos sanguíneos durante o processo de ruptura do saco vitelino e liberação da gema do ovário, que, por sua vez, pode ser causado por fatores genéticos, nutricionais e ambientais (SAUTER et al., 1952; UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, 2000).

Nesse sentido, como foram utilizadas aves da mesma linhagem e, no geral, os mesmos métodos nutricionais, a utilização de cordas e cortinas pode ter minimizado o efeito de fatores estressantes do ambiente durante o início da ovulação.

As maiores porcentagens de ovos com manchas de carne no albúmen e na gema estiveram associadas ainda, à densidade de 5 aves/gaiola. Já ovos

provenientes de gaiolas com 2 aves, apresentaram as menores médias para ambas as variáveis.

Ressalta-se que a elevada incidência de partículas estranhas encontradas nos ovos, pode ser resultado de algum componente nutricional na ração das aves que se encontra em quantidades inadequadas ou mesmo das elevadas temperaturas encontradas durante o período experimental que ultrapassaram a zona de termoneutralidade das aves, sendo que, em alta densidade de alojamento, a perda de calor pode ser ainda mais prejudicada.

Para finalizar, conclui-se que a casca dos ovos foi significativamente afetada pela interação entre os fatores, porém, se manteve em níveis considerados normais para todos os tratamentos. Porcentagem de ovos anormais e sujos, ainda que influenciados positivamente pela densidade de alojamento, se mantiveram em níveis baixos. A incidência de partículas estranhas nos ovos foi afetada pela densidade de alojamento e diminuiu com a inserção de cordas e cortinas. Porém, essa variável se manteve extremamente acima dos níveis dos considerados normais.

4.4 Conclusões parciais

A inserção de cordas influenciou significativamente ao aumento do peso dos ovos, sendo considerado neste estudo, um importante aspecto do ponto de vista econômico. Entretanto, não foram encontrados resultados relevantes para a qualidade dos ovos oriundos de galinhas poedeiras criadas com diferentes tipos de enriquecimento ambiental e densidades de alojamento.

Referências

ADAMS, A.W.; JACKSON, M.E. Effect of cage size and bird density on performance of six commercial strains of layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 49, n. 6, p. 1712-1719, 1970.

AHAMMED, M.; OHH, S.J. Effect of Housing Systems-Barn vs Cage on the First Phase Egg Production and Egg Quality Traits of Laying Pullet. **Korean Journal of Poultry Science**, Seoul, v. 40, n. 1, p. 67-73, 2013.

ANDERSON, K.E.; DAVIS, G.S.; JENKINS, P.K.; CARROLL, A.S. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. **Poultry science**, Savoy, v. 83, n. 1, p. 15-23, 2004.

APPLEBY, M.C.; WALKER, A.W.; NICOL, C.J.; LINDBERG, A.C.; FREIRE, R.; HUGHES, B.O.; ELSON, H.A. Development of furnished cages for laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 4, p. 489-500, 2002.

ARTHUR, J.A.; O'SULLIVAN, N. Breeding chickens to meet egg quality needs. **International Hatchery Practice**, Driffield, v. 19, n. 7, p. 7-11, 2005.

BARNETT, J.L.; TAUSON, R.; DOWNING, J.A.; JANARDHANA, V.; LOWENTHAL, J.W.; BUTLER, K.L.; CRONIN, G.M. The effects of a perch, dust bath, and nest box, either alone or in combination as used in furnished cages, on the welfare of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 3, p. 456-470, 2009.

BRAKE, J.D.; PEEBLES, E.D. Laying Hen Performance as Affected by Diet and Caging Density. **Poultry Science**, Savoy, v. 71, n. 6, p. 945-950, 1992.

BOLLENGIER-LEE, S. Optimal dietary concentration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on egg production in laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 40, n. 1, p. 102-107, 1999.

CAMPBELL, J.R.; KENEALY, M.D.; CAMPBELL, K.L. **Animal sciences: the biology, care, and production of domestic animals**. Cidade: New York, : Waveland Press, 2009. 528 p.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **OVOS/CEPEA**: cotações sobem com força em fevereiro. Disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/imprensa/?page=340&id=7148>>. Acesso em 02 de mar. de 2016.

CONNOR, J.K.; BURTON, H.W. Effects of cage population and stocking density on the performance of layers in Queensland. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 15, n. 76, p. 619-625, 1975.

COOK, R.N.; XIN, H. Effects of cage stocking density on feeding behaviors of group-housed laying hens. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 49, n. 1, p. 187, 2006.

COUTTS, J.A.; WILSON, G.C.; FERNANDES, S. **Optimum egg quality** – A practical approach. Sheffield: 5M Enterprises, 2007, 66p.

CUNNINGHAM, D.L. Cage type and density effects on performance and economic factors of caged layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 10, p. 1944-1949, 1982.

CUNNINGHAM, D.L.; GVARYAHU, G. Effects on productivity and aggressive behavior of laying hens of solid versus wire cage partitions and bird density. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 10, p. 1583-1586, 1987.

CUNNINGHAM, D.L.; OSTRANDER, C.E. An evaluation of layer performance in deep and shallow cages at different densities. **Poultry Science**, Savoy, v. 60, n. 9, p. 2010-2016, 1981.

_____. The effects of strain and cage shape and density on performance and fearfulness of white leghorn layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 2, p. 239-243, 1982.

CUNNINGHAM, D.L.; VAN TIENHOVEN, A.; DE GOEIJEN, F. Dominance rank and cage density effects on performance traits, feeding activity and plasma corticosterone levels of laying hens (*Gallus domesticus*). **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 139-153, 1987.

DAVAMI, A.; WINELAND, M.J.; JONES, W.T.; ILARDI, R.L.; PETERSON, R.A. Effects of Population Size, Floor Space, and Feeder Space upon Productive Performance, External Appearance, and Plasma Corticosterone Concentration of Laying Hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 2, p. 251-257, 1987.

DE MORAES GARCIA, E.R.; BATISTA, N.R.; NUNES, K.C.; CRUZ, F.K.; BARBOSA FILHO, J.A.; ARGUELO, N.N.; SOUZA, R.P.P.; ÁVILA, L.R. Desempenho produtivo e qualidade de ovos de poedeiras comerciais semipesadas criadas em diferentes densidades populacionais. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 36, n. 1, p. 24-29, 2015.

DE REU, K.; GRIJSPEERDT, K.; HEYNDRIKX, M.; ZOONS, J.; DE BAERE, K. UYTENDAELE, M.; DEBEVERE, J.; HERMAN, L. Bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and aviary housing systems for laying hens. **British poultry science**, Abingdon, v. 46, n. 2, p. 149-155, 2005.

DE TOLEDO BARRETO, S.L.; PEREIRA, C.A.; UMIGI, R.T.; DA ROCHA, T.C.; DE ARAUJO, M. S.; SILVA, C.S.; DE ALMEIDA TORRES FILHO, R. Determinação da exigência nutricional de cálcio de codornas japonesas na fase inicial do ciclo de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 1, p. 68-78, 2007.

DORMINEY, R.W.; ARSCOTT, G.H. Effects of bird density, nutrient density and perches on the performance of caged white leghorn layers. **Poultry Science**, Savoy, v. 50, n. 2, p. 619-626, 1971.

EISEN, E.J.; BOHRE, B.B.; MCKEAN, H.E. The Haugh unit as a measure of egg albumen quality. **Poultry Science**, Savoy, v.41, p.1461-1468, 1962.

FRONING, G.W.; FUNK, E.M. Seasonal variation in quality of eggs laid by caged layers and their sisters on the floor. **Poultry Science**, Savoy, v. 37, n. 1, p. 215-223, 1958.

GARNER, J.P.; KIESS, A.S.; MENCH, J.A.; NEWBERRY, R.C.; HESTER, P.Y. The effect of cage and house design on egg production and egg weight of White Leghorn hens: An epidemiological study. **Poultry Science**, Savoy, v. 91, n. 7, p. 1522-1535, 2012.

GROVER, R.M.; ANDERSON, D.L.; DAMON, R.A.; RUGGLES, L.H. The effects of bird density, dietary energy, light intensity, and cage level on the reproductive performance of heavy type chickens in wire cages. **Poultry Science**, Savoy, v. 51, n. 2, p. 565-575, 1972.

GUESDON, V.; AHMED, A.M.H.; MALLET, S., FAURE, J.M.; NYS, Y. Effects of beak trimming and cage design on laying hen performance and egg quality. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 47, n. 1, p. 1-12, 2006.

GUESDON, V.; FAURE, J.M. Laying performance and egg quality in hens kept in standard or furnished cages. **Animal Research**, Les Ulis, v. 53, n. 1, p. 45-57, 2004.

GUINEBRETIERE, M.; HUNEAU-SALAÜN, A.; HUONNIC, D.; MICHEL, V. Cage hygiene, laying location, and egg quality: The effects of linings and litter provision in furnished cages for laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 91, n. 4, p. 808-816, 2012.

HAYIRLI, A.; ESEBUGA, N.; MACIT, M.; YORUK, M.A.; YILDIZ, A.; KARACA, H. Nutrition practice to alleviate the adverse effects of stress on laying performance, metabolic profile and egg quality in peak producing hens: II. The probiotic supplementation. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Suweon, v. 18, n. 12, p. 1752, 2005.

HERNÁNDEZ, A. Jaulas equipadas y sistemas de detección de calidad de cascara del huevo: Resultados preliminares. Producción de huevos. **Selecciones avícolas**, v.56, n.4, p. 18-23, 2014.

HELBACKA, N.V.L.; SWANSON, M.H. Studies on Blood and Meat Spots in the Hen's Egg 1. The Fluorescent Property of Meat Spots. **Poultry Science**, Savoy, v. 37, n. 4, p. 869-876, 1958.

HIDALGO, A.; ROSSI, M.; CLERICI, F.; RATTI, S. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 106, n. 3, p. 1031-1038, 2008.

HUGHES, B.O.; BLACK, A.J. The influence of handling on egg production, egg shell quality and avoidance behaviour of hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 17, n. 2, p. 135-144, 1976.

HUGHES, B.O.; GILBERT, A.B.; BROWN, M.F. Categorisation and causes of abnormal egg shells: relationship with stress. **British poultry science**, Abingdon, v. 27, n. 2, p. 325-337, 1986.

KOVACS-NOLAN, J.; PHILLIPS, M.; MINE, Y. Advances in the value of eggs and egg components for human health. **Journal of agricultural and food chemistry**, Washington, v. 53, n. 22, p. 8421-8431, 2005.

KRAWCZYK, J.; GORNOWICZ, E. Quality of eggs from hens kept in two different free-range systems in comparison with a barn system. **Archiv fur Geflügelkunde**, Stuttgart, v. 74, n. 3, p. 151-157, 2010.

MASHALY, M.M.; WEBB, M.L.; YOUTZ, S.L.; ROUSH, W.B.; GRAVES, H.B. Changes in serum corticosterone concentration of laying hens as a response to increased population density. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 11, p. 2271-2274, 1984.

MENEZES, P.C.; CAVALCANTI, V.F.T.; LIMA, E.R.; EVÊNCIO NETO, J. Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 11, p. 2224-2229, 2009.

NALBANDOV, A.V.; CARD, L.E. The Problem of Blood and Meat Spots in Chicken Eggs II. Its Importance in Poultry Flocks, and A Study of the Nutritional Factors Involved. **Poultry Science**, Savoy, v. 26, n. 4, p. 400-409, 1947.

NEIJAT, M.; HOUSE, J.D.; GUENTER, W.; KEBREAB, E. Calcium and phosphorus dynamics in commercial laying hens housed in conventional or enriched cage systems. **Poultry Science**, Savoy, v. 90, n. 10, p. 2383-2396, 2011.

NORDSTROM, J.O.; OUSTERHOUT, L.E. Estimation of shell weight and shell thickness from egg specific gravity and egg weight. **Poultry Science**, Savoy, v. 61, n. 10, p. 1991-1995, 1982.

OLIVEIRA, B.L. **Avicultura: Produção de ovos comerciais**. Universidade Federal de Lavras: Escola Superior de Agricultura de Lavras, Cidade: Lavras, UFLA/FAEPE, 1991, p. 72.

ONBAŞILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, n. 3, p. 255-263, 2005.

POHLE, K.; CHENG, H.W. Comparative effects of furnished and battery cages on egg production and physiological parameters in White Leghorn hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 10, p. 2042-2051, 2009.

RODRIGUEZ-NAVARRO, A.; KALIN, O.; NYS, Y.; GARCIA-RUIZ, J.M. Influence of the microstructure on the shell strength of eggs laid by hens of different ages. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 3, p. 395-403, 2002.

ROLAND, D.A. Factors influencing shell quality of aging hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 58, n. 4, p. 774-777, 1979.

ROLAND, D.A. Research note: egg shell problems: estimates of incidence and economic impact. **Poultry Science**, Savoy, v.67, p.1801-1803, 1988.

ROUSH, W.B.; MASHALY, M.M.; GRAVES, H.B. Effect of increased bird population in a fixed cage area on production and economic responses of single comb white leghorn laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 63, n. 1, p. 45-48, 1984.

SAFAA, H.M.; SERRANO, M.P.; VALENCIA, D.G.; ARBE, X.; JIMÉNEZ-MORENO, E.; LÁZARO, R.; MATEOS, G.G. Effects of the levels of methionine, linoleic acid, and added fat in the diet on productive performance and egg quality of brown laying hens in the late phase of production. **Poultry science**, Savoy, v. 87, n. 8, p. 1595-1602, 2008.

SAKI, A.A.; ZAMANI, P.; RAHMATI, M.; MAHMOUDI, H. The effect of cage density on laying hen performance, egg quality, and excreta minerals. **The Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 21, n. 3, p. 467-475, 2012.

SALVANTE, K.G.; WILLIAMS, T.D. Effects of corticosterone on the proportion of breeding females, reproductive output and yolk precursor levels. **General and comparative endocrinology**, Orlando, v. 130, n. 3, p. 205-214, 2003.

SANTOS, A.L. **Desempenho, crescimento, qualidade do ovo, composição corporal e características reprodutivas e ósseas de poedeiras submetidas a diferentes programas nutricionais**. 2008. 38f. Tese (Doutorado em Zootecnia), Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

SAS Institute. Statistical analysis system: Realease 9.2, (software). Cary, 2010. 620p.

SAUTER, E.A.; STADELMAN, W.J.; CARVER, J.S. Factors Affecting the Incidence of Blood Spots and Their Detection in Hen's Eggs. **Poultry Science**, Savoy, v. 31, n. 6, p. 1042-1049, 1952.

SHARP, P.F.; POWELL, C.K. Decrease in internal quality of hen's eggs during storage as by the yolk. **Industrial & Engineering Chemistry Research**, Washington, v.22, p.909-910, 1930.

SINGH, R.; CHENG, K.M.; SILVERSIDES, F.G. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 2, p. 256-264, 2009.

STADELMAN, J.W.; COTTERILL, J.O. **Egg Science and Technology**. The Avi Publ, 4. ed., Connecticut, 1977. p. 1-3, 54-64, 105, 136 p.

TACTACAN, G.B.; GUENTER, W.; LEWIS, N.J.; RODRIGUEZ-LECOMPTE, J.C.; HOUSE, J.D. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. **Poultry Science**, Savoy, v. 88, n. 4, p. 698-707, 2009.

TAUSON, R. Health and production in improved cage designs. **Poultry Science**, Savoy, v. 77, n. 12, p. 1820-1827, 1998.

TAUSON, R. Furnished cages and aviaries: production and health. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 58, n. 01, p. 49-63, 2002.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Egg grading manual**. Washington, 2000. 56 p. (Agricultural Handbook, 75).

VITS, A.; WEITZENBÜRGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. **Poultry Science**, Savoy, v. 84, n. 10, p. 1511-1519, 2005.

VOISEY, P.W.; HUNT, J.R. **Measurements of eggshell strength**. Textile Studies. n. 5, p. 135-182, 1974.

5 BEM-ESTAR ANIMAL: ANÁLISE DA PERFORMANCE FÍSICA E COMPORTAMENTAL DE GALINHAS POEDEIRAS CRIADAS EM GAIOLAS CONVENCIONAIS EM DIFERENTES TIPOS DE ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E DENSIDADES DE ALOJAMENTO

Resumo

Altas densidades de alojamento são um fator preocupante para o bem-estar de poedeiras nos sistemas brasileiros de criação de aves comumente utilizados, ou seja, de gaiolas em bateria. A presença de enriquecimento ambiental pode contribuir nesse sentido, aumentando o repertório de comportamento das aves, bem como diminuindo a agressividade entre elas, refletindo em menores danos econômicos ao produtor. O presente estudo possui como objetivo analisar a performance física e o comportamento de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais em diferentes densidades e tipos de enriquecimento ambiental. Para tal análise foram utilizadas 240 galinhas poedeiras debicadas da linhagem ISA Brown com 19 semanas de idade, sendo 8 repetições por tratamento, totalizando-se assim, 72 gaiolas. Os tratamentos foram definidos em função de 3 densidades de alojamento (450, 750 e 1125 cm²/ave) e tipos de enriquecimento ambiental (cordas, cortinas e sem enriquecimento). O delineamento foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3, gerando assim 9 tratamentos, sendo eles: T1: 450 cm²/ave + cordas; T2: 750 cm²/ave + cordas; T3: 1125 cm²/ave + cordas; T4: 450 cm²/ave + cortinas; T5: 750 cm²/ave + cortinas; T6: 1125 cm²/ave + cortinas; T7: 450 cm²/ave, sem enriquecimento; T8: 750 cm²/ave, sem enriquecimento; T9: 1125 cm²/ave, sem enriquecimento). Quanto à densidade de alojamento das aves, de maneira geral os resultados mostram que para os tratamentos com 5 aves houve maiores alterações na integridade física das mesmas principalmente nas penas, bem como influência negativa na expressão do seu comportamento, pois foi verificado que elas permaneceram maior período de tempo comendo, eretas e sentadas, e menor período explorando ou explorando penas. O uso das cortinas foi eficaz para preservar a condição das penas, sendo seu efeito mais pronunciado em gaiolas com 2 aves. Já as cordas diminuíram a incidência de aves com alterações no coxim plantar, principalmente nas densidades de 5 e 2 aves/gaiola. Conclui-se que o efeito da inserção de enriquecimento ambiental na integridade física das aves varia conforme a densidade de alojamento e contribui positivamente na saúde dos pés e na integridade das penas. Tratamentos com alta densidade, ou seja, com 5 aves/gaiola, causam supressão do comportamento, aumentam a agressividade e diminuem o acesso da ave aos recursos disponíveis na gaiola.

Palavras-chave: Comportamento; Condição das penas; Cxim plantar; Bicadas agressivas

Abstract

High density housing is a concern for the welfare of laying hens in the Brazilian poultry systems commonly used, ie battery cages. The presence of environmental enrichment can contribute in this direction, enhancing the repertoire of behavior of

birds, as well as decreasing the aggressiveness therebetween, resulting in less economic damage to the farmer. This study has to analyze the physical performance and behavior of laying hens in conventional cages in different densities and types of environmental enrichment. For this analysis were used 240 hens ISA Brown hens of age 19 weeks, with 8 replicates per treatment was thus totaling 72 cages. The treatments were defined according to three stocking densities (450, 750 and 1125 cm² / bird) and types of environmental enrichment (ropes, curtains and without enrichment). The design was completely randomized in a 3x3 factorial scheme, generating 9 treatments, as follows: T1: 450 cm²/bird + strings; T2: 750 cm²/bird + strings; T3: 1125 cm²/bird + strings; T4: 450 cm²/bird + curtains; T5: 750 cm²/bird + curtains; T6: 1125 cm²/bird + curtains; T7: 450 cm²/bird without enrichment; T8: 750 cm²/bird without enrichment; T9: 1125 cm²/bird without enrichment). As for the birds housing density, in general the results show that for the treatments with 5 birds were no major changes in the physical integrity of those mainly in feathers and negatively influence the expression of their behavior, because it was found that these remained higher time eating, standing and sitting, and less time exploring or exploiting feathers. The use of curtains was effective to preserve the condition of the feathers, and its most pronounced effect in cages 2 birds. Already the ropes decreased the incidence of birds with changes in the footpad, especially in densities of 5 and 2 birds/cage. It is concluded that the effect of environmental enrichment insert the physical integrity of birds varies according to housing density and contributes positively to the health of the feet and integrity of feathers. Treatments with high density, i.e., with 5 animals/cage, causing suppression of behavior, increased aggression and decrease the bird's access to available resources in the cage.

Keywords: Behavior; Feather condition; Footpads, Aggressive pecking

5.1 Introdução

A integridade física de galinhas poedeiras pode ser negativamente afetada conforme o sistema de criação a que são submetidas. Uma das causas desse efeito está relacionada ao espaço limitado e à indisponibilidade de recursos que aumentem o repertório comportamental destas aves, condição comumente observada em sistemas de gaiolas em bateria. Conseqüentemente, comportamentos anormais podem surgir, como inquietação, arranque de penas e canibalismo, resultando em desgaste da plumagem, em lesões na crista e no coxim plantar, bem como deformações na sua estrutura óssea (PETEK e MCKINSTRY, 2010; HARTCHER et al., 2015; STEENFELDT et al., 2015; BLATCHFORD et al., 2016).

Danos na plumagem comumente ocorrem devido à abrasão entre as aves e as gaiolas (GUINEBRETIERE et al., 2013; BLATCHFORD et al., 2016), e se iniciam por

meio do arranque de penas entre as aves como um comportamento redirecionado das bicadas que é influenciado pelo sistema motivacional de forrageamento e alimentação (RODENBURG et al., 2004; NEWBERRY et al., 2007; RODENBURG et al., 2013; DE JONG et al., 2013; DAIGLE et al., 2014).

Outros autores afirmam que maior dano na pena pode ser encontrado em lotes com incidência de agressividade relacionada à supressão do comportamento (SHIMMURA et al., 2009; DIXON et al., 2010). Nesse caso, o arranque de penas e as bicadas agressivas entre aves tornam-se frequentes, gerando aumento da mortalidade do lote e redução da produção de ovos (APPLEBY et al., 1989; JOHNSEN et al.; 1998; BILCIK e KERLING, 2000; ZIMMERMAN et al., 2006; WYSOCKI et al., 2010).

Além disso, a agressividade observada por bicadas entre as aves aumenta os danos causados na crista destes animais. O principal fator para a sua ocorrência são as bicadas agressivas, que normalmente são dirigidas à cabeça e ao pescoço e estão relacionadas com o estabelecimento de hierarquia social ou luta por recursos (PETEK E MCKINSTRY, 2010; HARTCHER et al., 2015; RODENBURG et al., 2013; DAIGLE et al., 2015).

As condições de alojamento das gaiolas com altas densidades e baixa complexidade ambiental, comprometem também a integridade dos pés e dos ossos. Autores afirmam que podem surgir fraturas ósseas e aumento da pressão mecânica dos pés das aves quando em contato com o piso de arame das gaiolas (DAVAMI et al., 1987; NICOL et al., 1999; WETZENBURGER et al., 2006; STOJICIC et al., 2012; HESTER et al., 2013).

O enriquecimento de gaiolas pode ser uma ferramenta eficaz na diminuição dos danos provocados na integridade física das aves em decorrência da alta agressividade no lote, visto que promove distração aos animais, estimula a sua alimentação, a atividade, a expressão do seu comportamento natural e proporciona tranquilidade (SHERWIN, 1995; JOHNSEN et al., 1998; GUNNARSON et al., 2000; MCADIE et al., 2005; DIXON et al., 2010).

De acordo com McAdie et al. (2005) para um objeto utilizado como enriquecimento ambiental ser eficiente, é necessário que ele satisfaça vários requisitos básicos, como ser atrativo para as aves, não diminuir a atratividade ao

longo do tempo e ser seguro, de preferência durável, fácil de executar e barato de produzir. Além disso, o objeto também deve reduzir bicadas entre membros da mesma espécie, em vez de simplesmente estimular o comportamento adicional de bicadas.

Além das características supracitadas, para o enriquecimento ambiental exercer a sua função e ser eficiente, deve-se atentar à densidade de alojamento e espaço disponível/ave, visto que estudos apontam que estes fatores podem interferir na utilização dos objetos pelas aves (BATISTA et al., 2012).

Tendo em vista a existência de uma demanda mundial para extinguir as gaiolas convencionais na criação de galinhas poedeiras, acredita-se que no Brasil, passaremos por uma fase intermediária de mudanças. Provavelmente essas mudanças serão gradativas, alterando as densidades de alojamento, o espaço disponível por ave e inserindo enriquecimento ambiental nas gaiolas na tentativa de melhorar o bem-estar dos animais, pois são medidas economicamente acessíveis aos produtores rurais.

Com a finalidade de melhorar o bem-estar das aves por meio de medidas alternativas que se adequem a realidade Brasileira, o presente estudo objetiva analisar a performance física e o comportamento de galinhas poedeiras criadas em gaiolas convencionais com diferentes densidades de alojamento e tipos de enriquecimento ambiental.

5.2 Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida no município de Bastos (SP), localizado nas coordenadas 21°55'19 sul e 50°44'02 oeste, no período de setembro de 2014 a abril de 2015.

Foram utilizadas as mesmas aves, bem como a mesma metodologia descrita no Capítulo 3 referente ao sistema de criação e à avaliação climática do local.

5.2.1 Avaliação do bem-estar de galinhas poedeiras

A avaliação do bem-estar das aves foi baseada na análise da performance física e no comportamento das galinhas poedeiras.

A análise da performance física foi realizada mensalmente, durante oito meses, e baseada no escore de empenamento, de feridas por bicadas na crista, de deformação no coxim plantar, de limpeza das aves e de deformações do esterno.

Essas avaliações foram definidas de acordo com o protocolo de avaliação do bem-estar de aves domésticas Welfare Quality[®], ferramenta considerada útil para detectar diferenças na condição corporal de galinhas poedeiras em sistemas habitacionais (BLATCHFORD et al., 2016).

Para tais observações, foram utilizados animais focais marcados individualmente com placas de EVA (8 cm x 6 cm). As placas foram inseridas na região dorsal da ave onde alças elaboradas com material plástico flexível colorido passaram sobre as asas (Figura 15).



Figura 15 - Placas de EVA para identificação das aves

Em cada ave marcada com as placas, foram colocadas anilhas de diferentes cores nas patas como forma de garantir a identificação das aves caso alguma das placas se soltasse do corpo da ave.

5.2.1.1 Avaliação física das aves

a) Escore de empenamento

Para aferição do escore de empenamento foram observadas três zonas do corpo de cada ave marcada: cabeça-pescoço, costas e região cloacal. Essas regiões foram relacionadas ao bem-estar da ave, visto que os danos na plumagem em

outras zonas refletem somente os efeitos do sistema (BILCIK e KEELING, 1999 *apud* WELFARE QUALITY, 2009).

Para cada parte do corpo foi atribuído um escore em uma escala de 3 pontos, de acordo com os padrões a seguir (Figura 16):

- a - Nenhum ou ligeiro desgaste, plumagem completa ou quase completa;
- b - Desgaste moderado, ou seja, penas danificadas (desgastada ou deformada) com uma ou mais áreas sem penas (menor que 5 cm de diâmetro na maior extensão);
- c - Pelo menos uma área de penas com diâmetro maior que 5 cm.



Figura 16 – Avaliação das deformações nas penas para escore b (A) e escore c (B)

Posteriormente, o escore das 3 partes do corpo foi combinado para definir o escore geral por ave, como se segue:

- 0 - Todas as partes do corpo têm escore 'a';
- 1 - Uma ou mais partes do corpo têm escore 'b', mas nenhuma parte do corpo tem pontuação 'c';
- 2 - Uma ou mais partes do corpo têm escore 'c'.

b) Feridas por bicadas na crista

Esta avaliação ocorreu em nível individual utilizando-se os seguintes escores (Figura 17):

- 0 - Não há provas de feridas
- 1 - Menos de 3 feridas

2 - Com 3 feridas ou mais

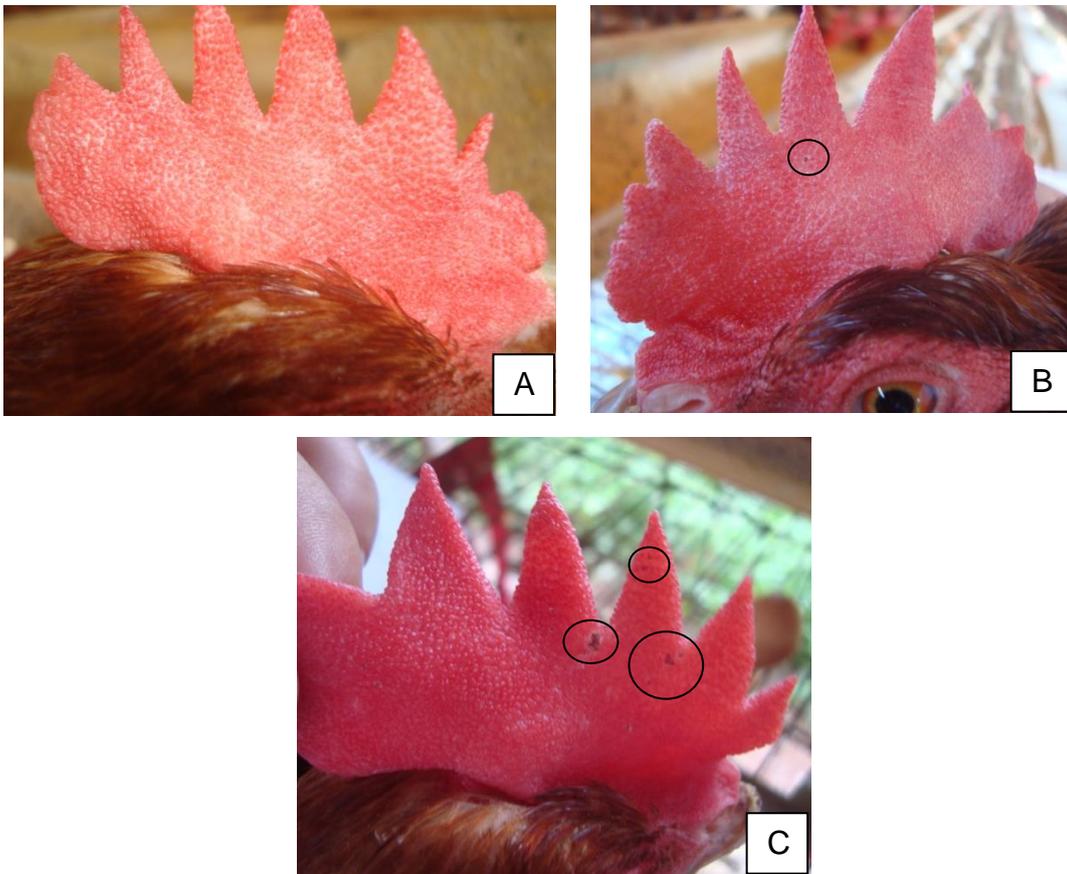


Figura 17 - Avaliação de bicadas na crista de poedeiras com escore 0 (A), escore 1 (B) e escore 2 (C)

d) Avaliação do coxim plantar

Esta avaliação foi realizada por meio do exame das patas das aves, sendo escolhida a pata com a pior condição para classificação conforme os seguintes escores (Figura 18):

- 0 - Pés intactos, nenhuma ou mínima proliferação de epitélio;
- 1 - Necrose ou proliferação de epitélio ou pé com inchaço crônico sem ou com inchaço moderado;
- 2 - Inchaço (dorsalmente visível).



Figura 18 - Análise visual para avaliação do coxim plantar evidenciando pés com proliferação do epitélio (A) (escore 1) e inchaço dos pés, dorsalmente visível (B) (escore 2)

f) Deformações no esterno

O esterno é normalmente uma reta sem inclinação, inchaço, desvios ou outra anormalidade palpável. Anormalidades podem ser causadas por poleiros mal elaborados, quebras curadas (fraturas) ou por descalcificação da quilha. Esta deformação do esterno é qualquer anormalidade na reta normal da quilha (WELFARE QUALITY, 2009).

A avaliação das deformações do esterno foi baseada em observações do peito da galinha, apalpando-o com os dedos ao lado e sobre o esterno.

Posteriormente, foram realizadas comparações de acordo com a Figura 19 e o escore de deformação no esterno avaliado conforme os seguintes escores:

0 - Não há desvios, deformações ou seções espessas, com o esterno completamente em linha reta;

2 - Desvio ou deformação do esterno (incluindo seções espessas).

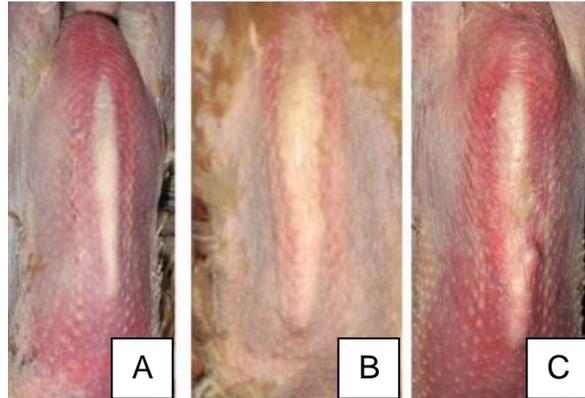


Figura 19 - Avaliação das deformações no esterno de galinhas poedeiras. Esterno retilíneo (A) com escore 0, esterno com desvio (B) e deformação (C) com escore 2. Fonte: Welfare Quality, 2009

5.2.1.2 Avaliação do comportamento

A análise comportamental foi realizada três vezes por semana e em períodos equidistantes, durante uma semana ao mês por meio de observações das aves marcadas. Assim, foram utilizados dois animais focais por repetição.

Essas observações ocorreram durante duas horas pela manhã e duas horas pela tarde, ou seja, das 8h00 às 9h00 (período em que, de acordo com o trabalho realizado por Alves et al. (2007) se concentram os comportamentos de pré-postura e postura alimentar), das 10h00 às 11h00, das 13h00 às 14h00 e das 15h00 às 16h00, seguindo os horários de observações comportamentais efetuados por Silva et al. (2006) e Batista et al. (2012).

O comportamento das aves foi classificado de acordo com os seguintes padrões evidenciados no etograma de trabalho (Tabela 8).

Tabela 8 - Etograma de trabalho utilizado para a avaliação animal-focal das aves poedeiras nos diferentes tratamentos

Comportamento	Descrição dos comportamentos
Sentada	Inativa, com o corpo no piso da gaiola
Ereta	Inativa, sem contato do corpo com o piso
Comendo	Consumindo por meio de bicadas o alimento no comedouro
Bebendo	Consumindo por meio de bicadas água no bebedouro
Explorando	Em pé ou em locomoção, com a cabeça levantada
Explorando as penas	Manipulando as penas com o bico
Bicada não agressiva	Bicadas leves dirigidas a outras aves, geralmente na região da cabeça ou em outras partes do corpo
Bicada agressiva	Bicadas fortes de uma outra ave provocando dano no tecido das aves e/ou lesões nas suas cristas
Bicando o objeto	Bicadas no objeto utilizado na gaiola
Buscando cortinas	Cutucando, em pé, andando na frente com a cabeça levantada, em pé ou sentada no interior do compartimento
Fugindo	Fugindo de um animal perseguidor
Movimentos de conforto	Bater asas, alongar-se, movimento súbito com a cabeça (incluindo agitações com a cabeça), coçar a cabeça, sacudir o corpo/cauda, balançar a cauda e levantar penas
Outros	Qualquer outro comportamento que não sejam os especificados acima.

Adaptado de Savory (1995), Vestergaard et al. (1997), Taylor et al. (2001), Mollenhorst et al. (2005), Abreu et al. (2006), Kruschwitz et al. (2008), Struelens et al. (2008).

5.2.1.3 Análise estatística

Para verificar o efeito do tratamento na integridade física das aves, os dados foram analisados por meio do teste de qui-quadrado aplicado para comprovar se a frequência observada diferia significativamente da frequência esperada e verificar a associação entre variáveis categóricas. Verificada a associação global entre as variáveis a 5% de significância, observou-se se havia associação local entre categorias, calculando-se os resíduos padronizados.

As análises comportamentais foram efetuadas por meio de análises não-paramétricas dos dados através do teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância. As análises efetuadas foram realizadas por meio do pacote estatístico SAS.

5.3 Resultados e Discussão

a) Avaliação da integridade física

A maioria dos estudos internacionais está relacionada com sistemas de produção diferentes dos sistemas utilizados no Brasil. Destacam-se os sistemas de aviários (animais livres nos galpões), sistemas de gaiolas enriquecidas em colônias, (gaiolas com número maior de aves) e os sistemas convencionais (gaiolas que alojam de 5 a 6 aves), mais próximos aos diferentes modelos existentes no país. Portanto, quando comparamos os trabalhos do exterior é importante atentarmos para esses fatos.

Na avaliação da performance física das aves não foi observado efeito dos tratamentos nas deformações do esterno. Alguns estudos apontam que é comum ocorrer baixa incidência de animais com esses danos, quando alojados nas gaiolas convencionais. Normalmente, a alta ocorrência de aves com essas deformações ocorre em sistemas livres de gaiolas e estão muitas vezes associadas ao uso de poleiros pelas aves (APPLEBY et al., 1993; ABRAHAMSSON e TAUSON, 1995; RODENBURG et al., 2008; SHIELDS e DUNCAN, 2009; KAPPELI et al., 2011; HEERKENS et al., 2015; STRATMANN et al., 2015; BLATCHFORD et al., 2016).

Ainda, sua ocorrência está associada a alguns comportamentos como voar e bater asa (SANDILANDS et al., 2009), ou seja, condições limitadas às aves alojadas em gaiolas (RODENBURG et al., 2008; TACTACAN et al., 2009; MENCH et al., 2016).

Os dados referentes à integridade física das aves para o fator “enriquecimento ambiental” mostraram efeito pronunciado e positivo das cortinas para a plumagem das aves. De acordo com os resultados, observa-se que o uso das cortinas melhorou a condição das penas das aves, observado pela menor incidência de escore 2 em comparação aos demais tipos de enriquecimento ambiental. Deve-se considerar que essa diferença foi significativa o que não aconteceu na comparação da ocorrência do escore 1 (Figura 20a).

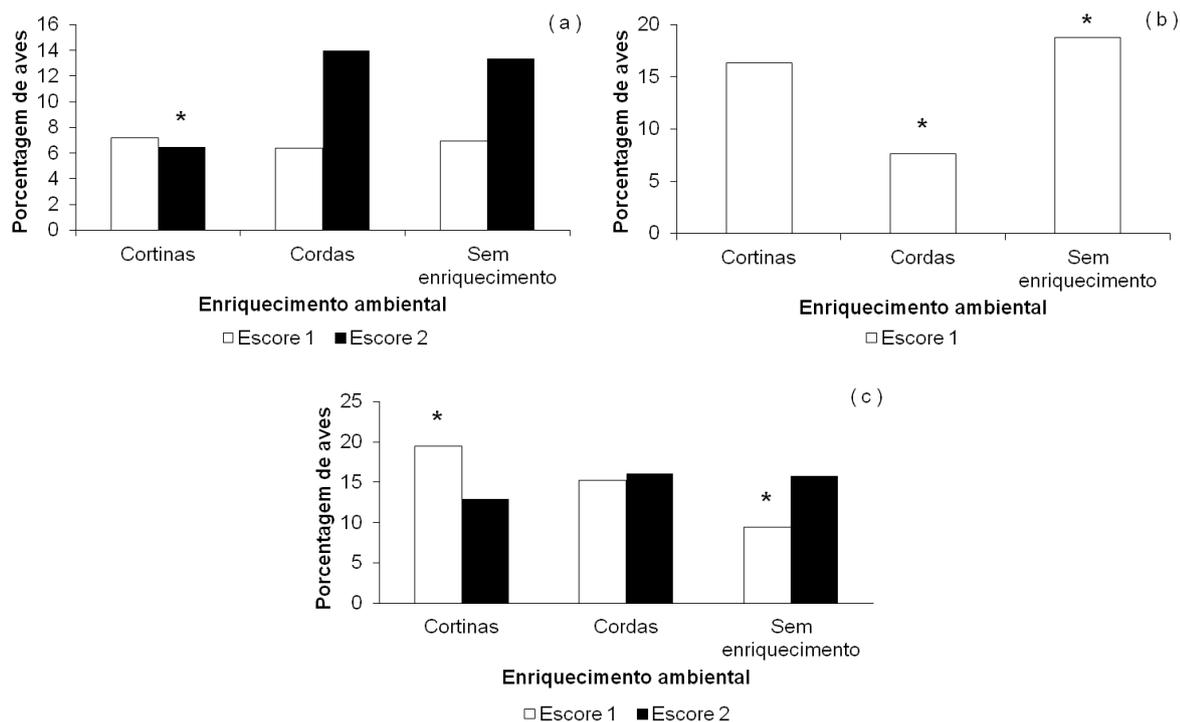


Figura 20 - Porcentagem de aves que apresentaram escore 1 e 2 para a plumagem (a) ($p = 0,033$; $\chi^2 = 10,44$), coxim plantar (b) ($p = 0,0001$; $\chi^2 = 18,06$) e crista (c) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 13,60$) para cada tipo de enriquecimento ambiental. *Valores significativos baseados na análise do resíduo

Este resultado indica que as cortinas podem ter contribuído como um espaço para refúgio e isolamento. Podem ter influenciado ainda na menor abrasão entre as aves, resultado da diminuição da agitação e/ou movimentação que, de acordo com Tauson (1984), são fatores que possivelmente melhoram a condição das penas.

Assim como as cortinas, alguns autores apontam que a utilização de corte de palha longo, chaveiro, fardo de feno, forrageiras, tapetes de turfa artificial e poleiros podem também ser eficientes para a condição da plumagem dessas aves nos diversos sistemas habitacionais (GVARYAHU et al., 1994; AERNI et al., 2000; DIXON et al., 2010; HESTER et al., 2013; GUINEBRETIERE et al., 2013; DAIGLE et al., 2014).

Com relação às cordas, não foi observado seu efeito na manutenção da integridade das penas de galinhas poedeiras. Esses resultados também foram observados por Hartcher et al. (2015), que ao utilizarem cordas de polipropileno e aveia integral, como enriquecimento ambiental para galinhas poedeiras, não verificaram efeito nos danos da plumagem dessas aves.

Quanto às deformações referentes ao coxim plantar (Figura 20b), não foram encontradas evidências de inchaço dorsalmente visível nas patas (escore 2). Entretanto, verificou-se quantidade significativa de aves com escore 1 para tratamentos sem enriquecimento ambiental, ao passo que a utilização de cordas foi eficaz em diminuir a incidência de aves com deformações nessa área do corpo.

Para os danos na crista (Figura 20c), nos tratamentos com cortinas foi observado aumento significativo da frequência de aves com escore 1, ao contrário dos tratamentos sem enriquecimento ambiental, em que foi observada a sua diminuição. Além disso, verificou-se que não houve efeito do enriquecimento ambiental na ocorrência de lesões severas (escore 2). Esses dados demonstram que o aparecimento do mais alto nível desse tipo de agressividade, não depende da inserção de enriquecimento ambiental.

Analisando-se o fator “densidade de alojamento”, os dados revelaram que ele influenciou nas alterações da plumagem e lesões na crista de galinhas poedeiras.

Tratamentos com alta densidade de alojamento (5 aves/gaiola) foram os mais prejudiciais à integridade das penas das aves, visto que apresentaram quantidade maior de aves com o mais alto nível de danos na plumagem (escore 2), ao contrário dos tratamentos com 2 aves/gaiola, onde houve menor quantidade observada (Figura 21a).

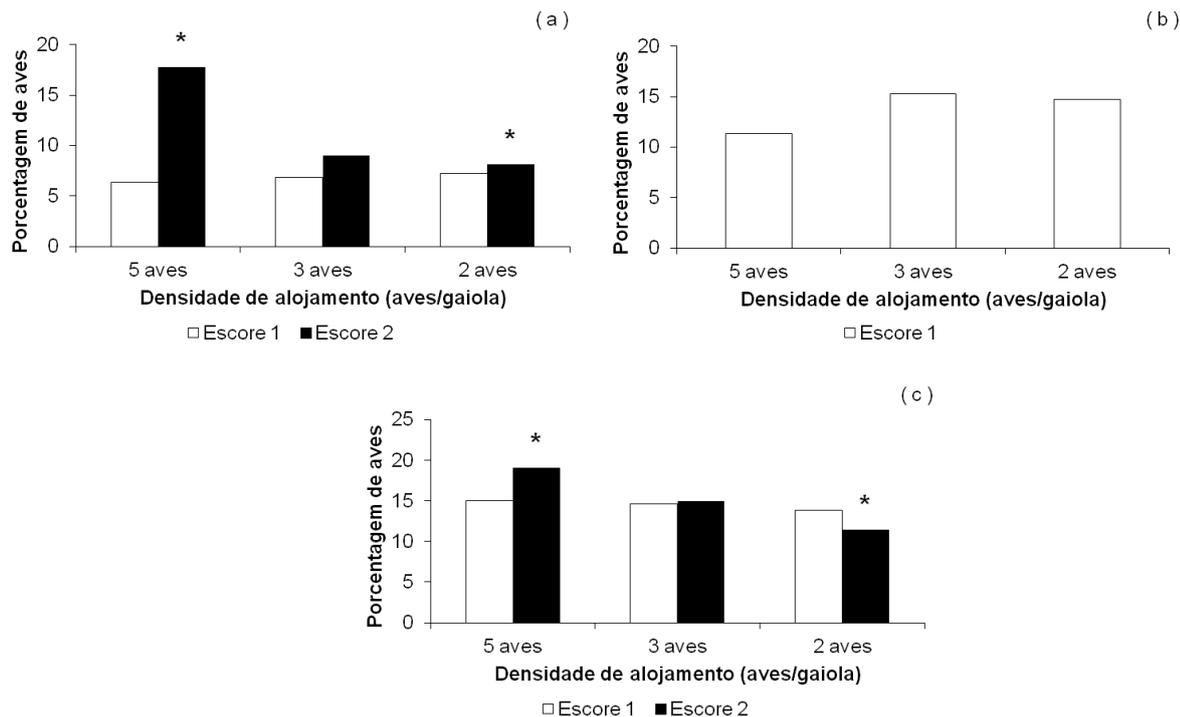


Figura 21 - Porcentagem de aves que apresentaram escore 1 e 2 para a plumagem (a) ($p = 0,002$; $\chi^2 = 17,09$), coxim plantar (b) ($p = 0,32$; $\chi^2 = 2,31$) e crista (c) ($p = 0,09$; $\chi^2 = 7,98$) para cada densidade de alojamento. **valores significativos baseados na análise do resíduo

Estes resultados estão de acordo com alguns autores que afirmam que o desgaste das penas está indiretamente relacionado com a área de alojamento de galinhas poedeiras (CRAIG et al., 1986; CUNNINGHAM e GVARYAHU, 1987; DAVAMI et al., 1987; NICOL et al., 1999; ONBASILAR e AKSOY, 2005; ZIMMERMAN et al., 2006).

Onbasilar e Aksoy (2005) e Blatchford et al. (2016) atribuem esse efeito à abrasão das aves entre si e a gaiola ou a comportamentos agonísticos como o arranque de penas.

Com relação às bicadas na crista (Figura 21c), os resultados mostram efeito da densidade de alojamento na sua frequência de ocorrência, porém a 9% de significância. De acordo com os dados observados, há uma relação proporcional entre a densidade e a ocorrência de lesão na crista com escore 2. Dessa forma, gaiolas com 5 aves apresentaram maior frequência de aves com lesões severas, enquanto tratamentos com 2 aves, ocasionaram a diminuição de aves com esse tipo de dano.

Analisando-se os fatores combinados quanto aos danos nas penas, observou-se que as cordas não foram eficazes em diminuir o seu desgaste para todas as densidades avaliadas, destacando-se que gaiolas com 5 aves provocaram comprometimento significativo da condição das penas (Figura 22a).

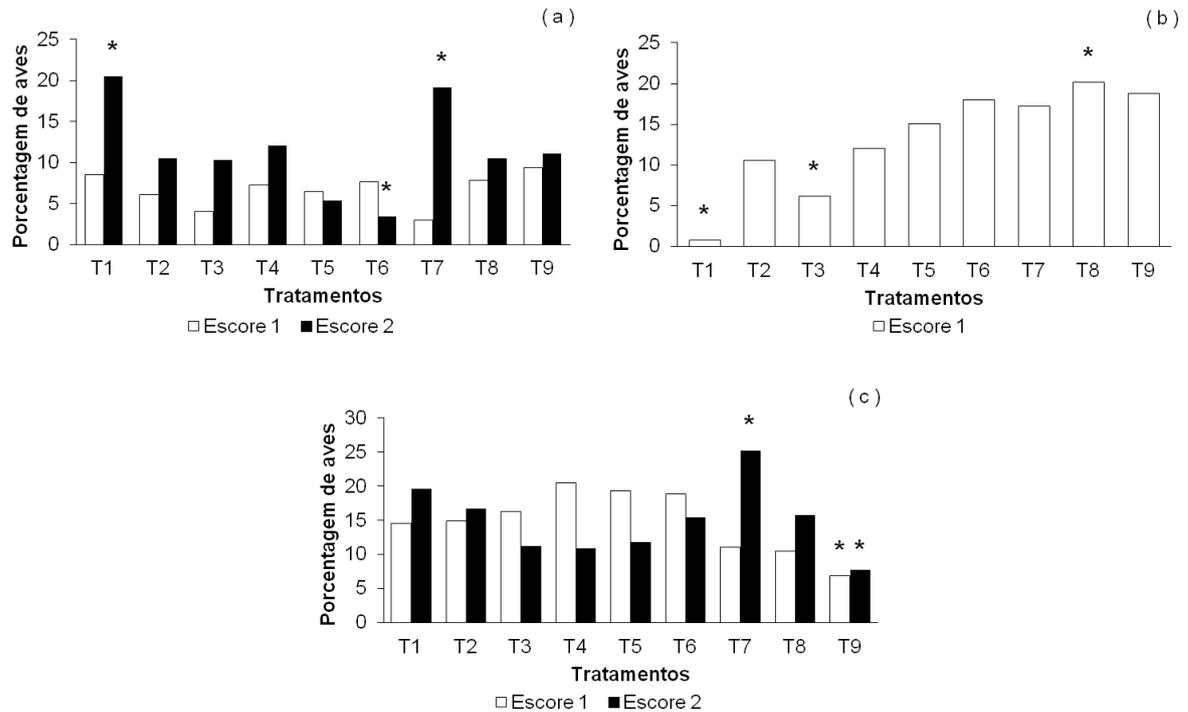


Figura 22 - Porcentagem de aves que apresentaram escore 1 e 2 para a plumagem (a) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 32,13$), coxim plantar (b) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 21,14$) e crista (c) ($p = 0,01$; $\chi^2 = 33,09$) para todos os tratamentos. *Valores significativos baseados na análise do resíduo

Os resultados encontrados no presente estudo divergem dos descritos por McAdie et al. (2005) sobre a eficiência da inserção de cordas no ambiente de alojamento de galinhas poedeiras. Esses autores observaram que em espaços de alojamento de 649 cm²/ave em grupos de 3 aves a inserção de cordas brancas de polipropileno melhorou significativamente a condição das penas dessas aves a nível comercial.

Quanto à utilização de cortinas, sua eficiência somente foi observada em gaiolas com 2 aves, contribuindo para a diminuição significativa de aves com deformações na plumagem.

Assim, esse resultado demonstra a necessidade de serem testados outros tipos de enriquecimento para melhorar a condição das penas, principalmente em

gaiolas com altas densidades de alojamento (5 aves/gaiola), visto que nessa densidade, a ausência de enriquecimento ambiental ocasionou maiores quantidades de aves com escore 2 do que o esperado.

Referente aos problemas encontrados no coxim plantar (Figura 22b), observou-se que as cordas foram eficazes na redução desses efeitos para as densidades com 5 e 2 aves, onde foram encontradas somente lesões leves (escore 1).

Situação semelhante ocorreu com relação à integridade da crista (Figura 22c). Os resultados mostram que os tipos de enriquecimento ambiental testados não surtiram efeito em gaiolas com 5 aves. Entretanto, houve aumento da quantidade de aves com lesões severas nesse local, evidenciando-se a necessidade de inserir em gaiolas convencionais tipos de enriquecimento ambiental que sejam mais atrativos para as aves alojadas nessas condições (CONNOR e BURTON, 1975; GVARYAHU et al., 1994; WEITZENBÜRGER et al., 2005).

Esses resultados demonstram ainda que a ausência de enriquecimento ambiental estimula a agressividade, assim como já observado por Gvaryahu et al. (1994), McAdie et al. (2005), Abreu et al. (2006), Donaldson e O'Connell (2012), Guinebrière et al. (2013) e Daigle et al. (2014), visto que em ambiente estéril com alta densidade de alojamento e maior tamanho de grupo, as aves podem ter permanecido mais agitadas, além de não terem conseguido manter relações estáveis de hierarquia social (HUGHES e WOOD-GUSH, 1977; GVARYAHU et al., 1994; PAGEL e DAWKINS, 1997; ESTEVEZ et al., 2003).

Em grupos menores (3 e 2 aves) normalmente há redução da interação entre as aves e da frequência da luta por recursos, diminuindo a agressividade (HUGHES e WOOD-GUSH, 1977; DAVAMI et al., 1987; ESTEVEZ et al., 2003).

Conforme Petek e Mckinstry (2010), lesões na crista das aves são oriundas de bicadas agressivas, comumente utilizadas para estabelecer uma hierarquia de dominância. Esses mesmos autores relatam que essas bicadas são direcionadas para a cabeça e o pescoço, e podem atingir a pele ou tecidos subjacentes de uma outra ave, denominando-se bicadas canibais.

Os dados evidenciam que na ausência de enriquecimento ambiental, gaiolas com 2 aves apresentaram efeito positivo e diminuição de aves com danos severos na crista (escore 2). Estes resultados demonstram que os tipos de enriquecimento

ambiental utilizados para esta densidade não foram eficientes em cumprir o papel de redirecionar as bicadas na crista ou atrair a atenção das aves. Este efeito foi observado por Lindenberg e Nicol (1994), que verificaram maior agressividade entre as aves na presença de enriquecimento ambiental.

A ausência do efeito positivo da inserção de cordas na agressividade das aves foi inesperada, visto que diversos estudos comprovam a maior atração das aves por cordas brancas de polipropileno e a eficiência das mesmas na diminuição da agressividade entre as poedeiras (JONES e CARMICHAEL, 1998; JONES e CARMICHAEL, 1999; JONES et al., 2000; JONES, 2002; MCADIE et al., 2005).

b) Avaliação comportamental

Realizando-se uma análise geral por meio da verificação do efeito da “densidade de alojamento”, observou-se que nos tratamentos com 2 aves houve menor frequência de animais sentados e eretos em comparação às gaiolas com 3 e 5 aves, demonstrando que quando alojadas em baixas densidades, galinhas poedeiras permanecem mais ativas (Tabela 9).

Tabela 9 - Porcentagem de tempo de cada comportamento realizado pelas aves em cada densidade de alojamento

Comportamentos (%)	Densidade de alojamento			P	χ^2
	5 aves	3 aves	2 aves		
Sentada	16 a	15 a	14 b	<0,0001	19,99
Ereta	28 a	25 b	26 b	<0,0001	30,92
Comendo	36 a	34 b	32 c	<0,0001	68,38
Bebendo	4 b	4 b	5 a	0,0087	9,48
Explorando	4 c	6 b	8 a	<0,0001	250,13
Explorando penas	7 b	11 a	11 a	<0,0001	190,75
Bicada não agressiva	1,3 a	1,1 a	0,6 b	<0,0001	28,21
Bicada agressiva	0,08 a	0,03 ab	0,02 b	0,033	6,86
Bicando objeto	0,07	0,06	0,05	0,76	0,54
Buscando cortinas	2,9 c	2,3 b	3,4 a	<0,0001	40,43
Fugindo	0,01	0	0	0,36	2,02
Movimento de conforto	0,2 b	0,4 a	0,4 a	<0,0001	19,41
Outros	1	0,9	0,9	0,35	2,05

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas diferem significativamente entre si a 5% de significância.

Além da maior frequência de aves sentadas, galinhas em gaiolas com 5 aves ficaram maior tempo eretas e comendo, bem como menor período bebendo. Esses

resultados provavelmente ocorreram devido ao pequeno espaço para a movimentação que limita deslocamentos laterais, reflete em menor utilização dos recursos disponíveis, e aumenta o tempo em que as aves se alimentam como meio também de procurar algo que as distraia. Além da influência do espaço limitado para a utilização dos bebedouros, a frequência de aves bebendo pode ter diminuído em função da baixa quantidade de bebedouro por ave.

Densidades com 5 aves/gaiola mostraram ainda, aumento do nível de agressividade, evidenciado pela maior frequência de bicadas agressivas e não agressivas que podem ter refletido em maiores danos das penas e na crista. As bicadas nas penas podem ser interpretadas como comportamento de forrageamento pelas aves (HUBER-EICHER et al., 1998; AERNI et al., 2000; NEWBERRY et al., 2007; DIXON et al., 2008; RODENBURG et al., 2013; ATUAHENE et al., 2016).

A maior ocorrência de bicadas agressivas e não agressivas nessa densidade de alojamento, associada à baixa frequência de aves bicando as cordas indica que a utilização desse tipo de enriquecimento ambiental não atraiu a atenção das aves como material de incentivo ao forrageamento, não sendo portanto, eficiente no redirecionamento das bicadas. Além disso, a menor frequência de acesso as cortinas, provocada pelo espaço reduzido, fez com que este enriquecimento não exercesse de maneira satisfatória sua função de refúgio e por isso, ele não promoveu a diminuição da ocorrência dessas bicadas.

Esses resultados corroboram com afirmações feitas por HUGHES (1983). De acordo com esse autor, devido à dificuldade de locomoção e competição por uso dos recursos disponíveis nas gaiolas, há redução do acesso aos mesmos, diminuindo a frequência ao acesso de bebedouros e a utilização do enriquecimento ambiental.

O espaço limitado refletiu também na diminuição de aves explorando, explorando penas e realizando movimentos de conforto. Dessa forma, os resultados apontam que altas densidades de alojamento refletem na supressão comportamental de galinhas poedeiras.

Estudos apontam que quando alojadas em espaço limitado, galinhas poedeiras exercem com menor frequência ou, muitas vezes, ficam impossibilitadas de exercer alguns comportamentos naturais da espécie (CARMICHAEL et al., 1999;

ALBENTOSA E COOPER, 2004; LAY et al., 2011). Além disso, podem permanecer maior período comendo ou paradas, diminuindo a frequência de realização de exercícios (SILVA et al., 2006).

De acordo com Cooper e Albentosa, (2003) e Lay et al. (2011) quando galinhas poedeiras são submetidas a um menor espaço, o seu bem-estar pode ser questionado, visto que as aves são motivadas para executar certos comportamentos, mas são impossibilitadas de executá-los, o que resulta em sofrimento emocional ou comportamentos prejudiciais como arranque de penas e vocalizações.

A restrição de atividade em aves de postura alojadas em gaiolas resulta em dificuldade de perda de calor com o ambiente. Assim, quando criadas nos espaços de 450 e 750 cm²/ave, a maior porcentagem de aves sentadas encontrada neste estudo, pode estar relacionada à tentativa da ave de perder calor, aumentando a sua superfície de troca de calor com a gaiola (VAN KAMPEN, 1976; DOS SANTOS et al., 2010).

Os efeitos da densidade de alojamento reduzida nos tratamentos relacionados com 2 e 3 aves/gaiola são evidenciados na tabela anterior onde percebe-se a predominância de comportamentos como exploração de penas e movimentos de conforto. Esses resultados são explicados pelo fato de as aves terem maior área disponível o que, por sua vez, promove as condições para que elas expressem seus comportamentos naturais.

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise comportamental em função do fator “enriquecimento ambiental”.

Tabela 10 - Porcentagem de tempo de cada comportamento realizado pelas aves em cada tipo de enriquecimento ambiental

Comportamentos (%)	Enriquecimento ambiental			p	χ^2
	Cordas	Cortinas	Sem enriquecimento		
Sentada	18 a	13 b	14 b	<0,0001	156,22
Ereta	26 b	24 c	28 a	<0,0001	56,24
Comendo	33 b	34 a	34 a	0,004	11,04
Bebendo	4,5	4,3	4,3	0,58	1,06
Explorando	6 a	5 b	6 a	<0,0001	34,64
Explorando penas	10 a	9 b	11 a	<0,0001	58,68
Bicada não agressiva	1	1	1	0,58	1,08
Bicada agressiva	0,006 b	0,08 a	0,04 ab	0,01	9,22
Bicando objeto	0,1	-	-	-	-
Buscando cortinas	-	9	-	-	-
Fugindo	0	0,01	0	0,36	2,01
Movimento de conforto	0,31 ab	0,27 b	0,4 a	0,26	7,24
Outros	1	0,8	0,9	0,14	3,87

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas diferem significativamente entre si a 5% de significância.

Conforme os resultados apresentados, a presença de cordas resultou na maior frequência de aves sentadas, e na diminuição da porcentagem de aves eretas e comendo. Porém, não diferiu do tratamento sem enriquecimento para os comportamentos “explorando”, “explorando penas” e “bicadas agressivas”. Além disso, apresentou baixa frequência de bicadas no objeto (0,1%), o que não ocorreu nos tratamentos com cortinas. Os resultados evidenciaram que as aves passaram 9% do seu tempo buscando o compartimento, cujo valor foi aproximado ao de outros comportamentos como explorando e explorando penas.

Na combinação entre os fatores verificou-se que o tratamento com 5 aves e cortinas (T4) apresentou maior porcentagem de tempo de aves sentadas (15,1%), quando comparado a gaiolas com 3 e 2 aves (T5 e T6), que não diferiram entre si. Para gaiolas sem enriquecimento, observou-se que a menor porcentagem de tempo esteve associada ao tratamento com 2 aves, sendo que gaiolas com 5 e 3 aves apresentaram médias semelhantes (Tabela 11).

Tabela 11 - Porcentagem de tempo de cada comportamento realizado pelas aves para a combinação dos fatores "enriquecimento ambiental" e "densidade de alojamento"

Comp. (%)	Tratamentos									P	X ²
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9		
Sentada	16,9 ab	18,9 a	17,2 ab	15,1 bc	11,9 e	12,3 de	14,4 cd	14,6 c	11,9 e	<0,0001	210,18
Ereta	29,8 a	25,7 bcd	23,1 d	24,7 cd	23,6 cd	23,5 cd	27,9 ab	25,9 bc	28,9 a	<0,0001	135,97
Comendo	33,9 bc	31,9 cd	32,6 bcd	35,2 b	35,1 b	32,8 bcd	39,4 a	33,6 bc	29,9 d	<0,0001	130,75
Bebendo	4,2 a	4,3 a	5,1 a	4,7 a	3,9 a	4,4 a	3,9 a	4,3 a	4,9 a	0,20	18,52
Explorando	4,6 c	5,9 bc	7,0 b	3,1 d	5,3 c	5,9 bc	2,9 d	5,9 bc	9,9 a	<0,0001	352,28
Explorando penas	7,1 cd	10,8 b	13,1 a	5,7 d	11,1 b	8,7 c	8,9 c	12,1 ab	11,7 ab	<0,0001	288,77
Bicada não agressiva	1,7 a	0,9 bc	0,6 c	1,1 ab	0,9 bc	0,9 bc	0,9 bc	1,5 ab	0,5 c	<0,0001	63,92
Bicada agressiva	0,00 b	0,02 ab	0,00 b	0,1 a	0,06 ab	0,04 ab	0,09 ab	0,02 ab	0,02 ab	0,007	20,93
Bicando o objeto	0,2 a	0,2 a	0,2 a	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,0001	57,09
Buscando cortinas	0,00	0,00	0,00	8,7 b	6,9 c	10,6 a	0,00	0,00	0,00	0,0001	3002,41
Fugindo	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,42	8,13
Movimento de conforto	0,2 bc	0,3 abc	0,4 abc	0,08 c	0,4 abc	0,4 abc	0,2 bc	0,5 ab	0,6 a	0,0003	29,07
Outros	1,4 a	0,7 bc	0,9 abc	1,0 abc	0,9 abc	0,5 c	0,5 c	0,9 abc	1,2 ab	0,0001	37,63

Médias seguidas de letras minúsculas nas linhas diferem significativamente entre si a 5% de significância.

Para todas as densidades de alojamento, os tratamentos com cordas apresentaram maiores porcentagens de tempo para a variável sentada em relação aos tratamentos sem enriquecimento ambiental, demonstrando que o enriquecimento ambiental com cordas pode ter contribuído para que as aves permanecessem menos agitadas.

O fato de estas aves terem permanecido maior período de tempo sentadas pode ter influenciado na ocorrência da menor porcentagem de aves com alterações no coxim plantar, observadas anteriormente.

Quanto ao comportamento "comendo", foi verificado que gaiolas com 5 aves e sem enriquecimento (T7) apresentaram maior porcentagem de aves comendo, em comparação a 3 e 2 aves (T8 e T9), bem como aos demais tratamentos com 5 aves e presença de enriquecimento ambiental (T1 e T4). De acordo com esses resultados, a esterilidade do ambiente leva as aves a procurarem alguma forma de distração, o que faz com que exerçam o comportamento "comendo" com maior frequência.

Quanto à variável “explorando”, observou-se que gaiolas com 5 aves exploram menos o ambiente, independentemente do enriquecimento ambiental utilizado, o que pode estar associado à menor movimentação destas aves em espaço reduzido.

Foi observado ainda que entre os tratamentos com 5 aves, a presença de cordas contribuiu para que os animais explorassem o ambiente com maior frequência em comparação às gaiolas com cortinas e sem enriquecimento ambiental.

Tratamentos com 2 aves e sem enriquecimento ambiental apresentaram maiores porcentagens de tempo do comportamento “explorando”. Esses resultados sugerem que a ausência de enriquecimento ambiental em gaiolas com 2 aves e espaço de 1125 cm²/ave pode não causar grandes impactos negativos no repertório comportamental de galinhas poedeiras.

Caso semelhante ocorreu para a variável “explorando penas”. De acordo com os resultados, para todos os tipos de enriquecimento ambiental, gaiolas com 450 cm²/ave (5 aves) exploram penas com menor frequência em comparação a gaiolas com 750 (3 aves) e 1125 cm²/ave (2 aves). Entre os tratamentos com 5 aves, observou-se que gaiolas com cortinas mostraram menores médias de aves explorando penas quando comparadas as gaiolas sem enriquecimento ambiental. Situação semelhante ocorreu entre os tratamentos com 2 aves. A porcentagem desse comportamento pode ter diminuído em função do aumento da frequência de aves buscando o compartimento.

Quanto à variável “bicada agressiva”, não foi observada diferença significativa entre cada tratamento. Já os dados referentes ao comportamento “bicada não agressiva” evidenciaram que entre os tratamentos com 5 aves as cordas não foram eficazes em diminuir sua frequência. O que pode ser um fator comprometedor ao bem-estar das aves, pois pode ocasionar arranque suave de penas.

De acordo com Newberry et al. (2007) o arranque de penas ocorre com intenção exploratória da ave, que promove bicadas dirigidas a algum objetivo. Pode aparecer também como um comportamento estereotipado, quando essas bicadas são realizadas de forma rápida, repetida e em direção a um único ponto nas penas de outra ave, sem qualquer função aparente.

Os danos ocasionados às penas das aves devem ser minimizados diante do prejuízo econômico que podem causar ao produtor, já que o arranque de penas suave é precursor do arranque grave, gerado por bicadas agressivas e capaz de levar ao canibalismo, e conseqüentemente, ao aumento da taxa de mortalidade (CONNOR e BURTON, 1975; MCADIE e KEELING, 2000; NEWBERRY et al., 2007; NORDQUIST et al., 2011; RODENBURG et al., 2013).

Quanto ao uso do enriquecimento, os resultados mostram que a densidade não influenciou na utilização das cordas. Já as cortinas foram mais utilizadas em gaiolas com 2 aves, pois o espaço disponível está diretamente relacionado ao acesso das aves ao enriquecimento ambiental.

Os dados demonstram ainda que, entre os tratamentos sem enriquecimento ambiental, gaiolas com 2 aves apresentaram maior frequência do comportamento “movimento de conforto”, resultado do maior espaço/ave.

Realizando um resumo geral da influência da inserção do enriquecimento ambiental e da densidade de alojamento na condição corporal das aves, observou-se que tratamentos com 5 aves/gaiola pioraram a integridade das penas e da crista de galinhas poedeiras, além de terem mostrado maior frequência de bicadas agressivas, conforme evidenciado nos dados comportamentais. Nessa mesma densidade, a ausência de enriquecimento ambiental é ainda mais prejudicial, pois influencia negativamente na ocorrência destes danos (Tabela 12).

Tabela 12 - Resumo geral da influência do enriquecimento ambiental e da densidade de alojamento na integridade física das aves

Efeito de cada fator		Penas	Coxim plantar	Crista
	5	-	∅	-
	3	∅	∅	∅
	2	+	∅	+
	Cordas	∅	+	∅
	Cortinas	+	∅	-
	Sem enriquecimento	∅	-	+
Enriquecimento ambiental	Densidade (aves/gaiola)	Penas	Coxim plantar	Crista
Cordas	5	-	+	∅
	3	∅	∅	∅
	2	∅	+	∅
Cortinas	5	∅	∅	∅
	3	∅	∅	∅
	2	+	∅	∅
Sem enriquecimento	5	-	∅	-
	3	∅	-	∅
	2	∅	∅	+

+: Melhorou a integridade física; -: piorou a integridade física.

Estes resultados permitem inferir que altas densidades de alojamento em gaiolas convencionais associadas à baixa complexidade do ambiente aumentam a agressividade entre as aves, e esta reflete de forma pronunciada e negativa na condição corporal destes animais.

Com relação às cordas, sua utilização diminuiu a ocorrência de danos nos pés das galinhas. Isto pode ter sido consequência do maior período de tempo que as aves ficaram sentadas, bem como menor tempo comendo e eretas.

O efeito positivo da utilização desse enriquecimento foi mais acentuado em gaiolas com 3 aves. Entretanto, no tratamento com 5 aves, embora tenha melhorado a condição dos pés, sua utilização nessa densidade aumentou a ocorrência de danos severos na plumagem, mostrando efeitos semelhantes a tratamentos sem enriquecimento ambiental.

Neste estudo, o uso de enriquecimento ambiental em gaiolas convencionais mostrou resultados promissores na melhoria do bem-estar de aves de postura. Entretanto, em altas densidades (5 aves/gaiola), a inserção deste recurso não refletiu em resultados satisfatórios na sua integridade física. Além do espaço limitado, as condições ambientais inadequadas para a criação das poedeiras podem ter influenciado para que estas aves ficassem mais tempo sentadas e eretas, dando prioridade para a troca de calor com o ambiente.

5.4 Conclusões Parciais

Conclui-se que o efeito da inserção de enriquecimento ambiental na integridade física das aves varia conforme a densidade de alojamento e contribui positivamente na saúde dos pés e na integridade das penas. Tratamentos com alta densidade, ou seja, com 5 aves/gaiola, causam supressão do comportamento, aumentam a agressividade e diminuem o acesso da ave aos recursos disponíveis na gaiola.

Referências

- ABRAHAMSSON, P.; TAUSON, R. Aviary Systems and Conventional Cages for Laying Hens: Effects on Production, Egg Quality, Health and Bird Location in Three Hybrids. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A — Animal Science**, Estocolmo, v. 45, n. 3, p. 191-203, 1995.
- ABREU, V.M.N.; ABREU, P.G.; COLDEBELLA, A.; GOMES, R.C.C.; AMARAL, A.G.; MORAES, S.P. **Enriquecimento ambiental de gaiolas como estratégia prática para incrementar o bem-estar e a produção de ovos de poedeiras pesadas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2006. 3 p. (Comunicado Técnico, 447).
- AERNI, V.; EL-LETHEY, H.; WECHSLER, B. Effect of foraging material and food form on feather pecking in laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 41, n. 1, p. 16-21, 2000.
- ALBENTOSA, M.J.; COOPER, J.J. Effects of cage height and stocking density on the frequency of comfort behaviours performed by laying hens housed in furnished cages. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 13, n. 4, p. 419-424, 2004.
- 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.
- APPLEBY, M. C.; HUGHES, B. O.; HOGARTH, G. S. Behaviour of laying hens in a deep litter house. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 30, n. 3, p. 545-553, 1989.
- APPLEBY, M.C.; SMITH, S.F.; HUGHES, B.O. Nesting, dust bathing and perching by laying hens in cages: Effects of design on behaviour and welfare. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 34, n. 5, p. 835-847, 1993.
- ATUAHENE, C.C.; AGYEMANG, D.K.; BENTIL, J.A.; ADJEI, M.B. Some Behavioural Repertoire of Egg-Laying Hens on Deep Litter House. **Journal of Animal Production Advances**, Uromia, v. 6, n. 2, p. 898-901, 2016.

BATISTA, E.S.; PEREIRA, D.F.; SANCHEZ, F.T.; GUIMARÃES, M.A.; NAGAI, D.K.; SOARES, N.M.; TOGASHI, C.K.; BUENO, L.G. Comportamento de uso do ninho e desempenho produtivo de poedeiras alojadas em diferentes densidades e tamanhos de grupo. **Revista Educação Agrícola Superior**, Brasília, v.27, n.2, p.119-123, 2012.

BILČÍK, B.; KEELING, L.J. Relationship between feather pecking and ground pecking in laying hens and the effect of group size. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 55-66, 2000.

BLATCHFORD, R.A.; FULTON, R.M.; MENCH, J.A. The utilization of the Welfare Quality® assessment for determining laying hen condition across three housing systems. **Poultry Science**, Savoy, v. 95, n. 1, p. pev227, 2016.

CARMICHAEL, N.L.; WALKER, W.; HUGHES, B.O. Laying hens in large flocks in a perchery system: influence of stocking density on location, use of resources and behaviour. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 40, n. 2, p. 165-176, 1999.

CONNOR, J.K.; BURTON, H.W. Effects of cage population and stocking density on the performance of layers in Queensland. **Animal Production Science**, Melbourne, v. 15, n. 76, p. 619-625, 1975.

COOPER, J.J.; ALBENTOSA, M.J. Behavioural priorities of laying hens. **Avian and Poultry Biology Reviews**, Albans, v. 14, n. 3, p. 127-149, 2003.

CRAIG, J.V.; VARGAS, J. Vargas; MILLIKEN, G.A. Fearful and associated responses of White Leghorn hens: Effects of cage environments and genetic stocks. **Poultry Science**, Savoy, v. 65, n. 12, p. 2199-2207, 1986.

CUNNINGHAM, D L.; GVARYAHU, G. Effects on productivity and aggressive behavior of laying hens of solid versus wire cage partitions and bird density. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 10, p. 1583-1586, 1987.

DAIGLE, C.L.; RODENBURG, T.B.; BOLHUIS, J.E.; SWANSON, J.C.; SIEGFORD, J.M. Use of dynamic and rewarding environmental enrichment to alleviate feather pecking in non-cage laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 161, p. 75-85, 2014.

DAIGLE, COURTNEY L.; RODENBURG, T.B.; BOLHUIS, J.E.; SWANSON, J.C.; SIEGFORD, J. M. Individual consistency of feather pecking behavior in laying hens: once a feather pecker always a feather pecker? **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 2, p. 1-12, 2015.

DAVAMI, A.; WINELAND, M.J.; JONES, W.T.; ILARDI, R.L.; PETERSON, R.A. Effects of population size, floor space, and feeder space upon productive performance, external appearance, and plasma corticosterone concentration of laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 66, n. 2, p. 251-257, 1987.

DE JONG, I.C.; GUNNINK, H.; ROMMERS, J.M.; BRACKE, M.B.M. Effect of substrate during early rearing on floor-and feather pecking behaviour in young and adult laying hens. **Archiv für Geflügelkunde**, Stuttgart, v. 77, n. 1, p. 15-22, 2013.

DIXON, L.M.; DUNCAN, I.J.H.; MASON, G. What's in a peck? Using fixed action pattern morphology to identify the motivational basis of abnormal feather-pecking behaviour. **Animal Behaviour**, London, v. 76, n. 3, p. 1035-1042, 2008.

DIXON, L.M.; DUNCAN, I.J.H.; MASON, G.J. The effects of four types of enrichment on feather pecking behaviour in laying hens housed in barren environments. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 19, p. 429–435, 2010.

DOS SANTOS, M.J.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.; MORRIL, W.B.; PEDROSA, E.M.; GUISELINI, C. Bioclimatic behavior of free-range rustic broilers in enriched paddocks. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 5, p. 554-560, 2010.

ESTEVEZ, I.; KEELING, L.J.; NEWBERRY, R.C. Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science*, Amsterdam, v. 84, n. 3, p. 213-218, 2003.

GUINEBRETIERE, M.; HUNEAU-SALAÜN, A.; HUONNIC, D.; MICHEL, V. Plumage condition, body weight, mortality, and zootechnical performances: The effects of linings and litter provision in furnished cages for laying hens. **Poultry Science**, Savoy, v. 92, n. 1, p. 51-59, 2013.

GUNNARSSON, S.; MATTHEWS, L.R.; FOSTER, T.M.; TEMPLE, W. The demand for straw and feathers as litter substrates by laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 65, n. 4, p. 321-330, 2000.

GVARYAHU, G.; ARARAT, E., ASAF, E., LEV, M., WELLER, J. I., ROBINZON, B., SNAPIR, N. An enrichment object that reduces aggressiveness and mortality in caged laying hens. **Physiology & Behavior**, Oxford, v. 55, n. 2, p. 313-316, 1994.

HEERKENS, J.L.T.; RODENBURG, T.B.; AMPE, B.; DELEZIE, E.; TUYTTENS, F.A.M. Do ramps between perches reduce keel bone injuries and foot health problems in two laying hen hybrids in non-cage systems?. **In: Book of Abstracts 2015 Poultry Science Association Annual Meeting**. Louisville, p. 19-20, 2015.

HARTCHER, K.M.; HICKEY, K.A.; HEMSWORTH, P.H.; CRONIN, G.M.; WILKINSON, S.J.; SINGH, M. Relationships between range access as monitored by radio frequency identification technology, fearfulness, and plumage damage in free-range laying hens. **Animal**, London, p. 1-7, 2015.

HESTER, P.Y.; ENNEKING, S.A.; JEFFERSON-MOORE, K.Y.; EINSTEIN, M.E.; CHENG, H.W.; RUBIN, D.A. The effect of perches in cages during pullet rearing and egg laying on hen performance, foot health, and plumage. **Poultry Science**, Savoy, v. 92, n. 2, p. 310-320, 2013.

- HUBER-EICHER, B.E.A.T.; WECHSLER, B.E.A.T. The effect of quality and availability of foraging materials on feather pecking in laying hen chicks. **Animal Behaviour**, London, v. 55, n. 4, p. 861-873, 1998.
- HUGHES, B.O. Conventional and shallow cages: A summary of research from welfare and production aspects. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 39, n. 03, p. 218-228, 1983.
- HUGHES, B.O.; WOOD-GUSH, D.G.M. Agonistic behaviour in domestic hens: The influence of housing method and group size. **Animal Behaviour**, London, v. 25, Part 4, p. 1056-1062, 1977.
- JOHNSEN, P.F.; VESTERGAARD, K.S.; NØRGAARD-NIELSEN, G. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 25-41, 1998.
- JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L. Pecking at string by individually caged, adult laying hens: colour preferences and their stability. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 60, n. 1, p. 11-23, 1998.
- JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L. Responses of domestic chicks to selected pecking devices presented for varying durations. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 64, n. 2, p. 125-140, 1999.
- JONES, R.B.; MCADIE, T.M.; MCCORQUODALE, C.; KEELING, L.J. Pecking at other birds and at string enrichment devices by adult laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 43, n. 3, p. 337-343, 2002.
- JONES, R.B.; CARMICHAEL, N.L.; RAYNER, E. Pecking preferences and pre-dispositions in domestic chicks: implications for the development of environmental enrichment devices. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 69, n. 4, p. 291-312, 2000.
- KÄPPELI, S.; GEBHARDT-HENRICH, S.G.; FRÖHLICH, E.; PFULG, A.; STOFFEL, M.H. Prevalence of keel bone deformities in Swiss laying hens. **British poultry science**, Abingdon, v. 52, n. 5, p. 531-536, 2011.
- KRUSCHWITZ, A.; ZUPAN, M.; BUCHWALDER, T.; HUBER-EICHER, B. Nest preference of laying hens (*Gallus gallus domesticus*) and their motivation to exert themselves to gain nest access. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 112, n. 3, p. 321-330, 2008.
- LAY, D.C.; FULTON, R.M.; HESTER, P.Y.; KARCHER, D.M.; KJAER, J.B.; MENCH, J.A.; MULLENS, B.A.; NEWBERRY, R.C.; NICOL, C.J.; O'SULLIVAN, N.P.; PORTER, R.E. Hen welfare in different housing systems. **Poultry Science**, Savoy, v. 90, n. 1, p. 278-294, 2011.

LINDBERG, A.C.; NICOL, C.J. An evaluation of the effect of operant feeders on welfare of hens maintained on litter. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 41, n. 3-4, p. 211-227, 1994.

MCADIE, T.M.; KEELING, L.J.; BLOKHUIS, H.J.; JONES, R.B. Reduction in feather pecking and improvement of feather condition with the presentation of a string device to chickens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 93, n. 1, p. 67-80, 2005.

MCADIE, T.M.; KEELING, L.J. Effect of manipulating feathers of laying hens on the incidence of feather pecking and cannibalism. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 68, n. 3, p. 215-229, 2000.

MENCH, J.A.; SWANSON, J.C.; ARNOT, C. The Coalition for Sustainable Egg Supply: A unique public-private partnership for conducting research on the sustainability of animal housing systems using a multistakeholder approach. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 94, n. 3, p. 1296-1308, 2016.

NEWBERRY, R.C.; KEELING, L.J.; ESTEVEZ, I.; BILČÍK, B. Behaviour when young as a predictor of severe feather pecking in adult laying hens: The redirected foraging hypothesis revisited. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 107, n. 3-4, p. 262-274, 2007.

NICOL, C.J.; GREGORY, N.G.; KNOWLES, T.G.; PARKMAN, I.D.; WILKINS, L.J. Differential effects of increased stocking density, mediated by increased flock size, on feather pecking and aggression in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 65, n. 2, p. 137-152, 1999.

NORDQUIST, R.E.; HEERKENS, J.L.; RODENBURG, T.B.; BOKS, S.; ELLEN, E.D.; VAN DER STAAY, F.J. Laying hens selected for low mortality: behaviour in tests of fearfulness, anxiety and cognition. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 131, n. 3, p. 110-122, 2011.

ONBAŞILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, n. 3, p. 255-263, 2005.

PAGEL, M.; DAWKINS, M.S. Peck orders and group size in laying hens: 'futures contracts' for non-aggression. **Behavioural Processes**, Amsterdam, v. 40, n. 1, p. 13-25, 1997.

PETEK, M.; MCKINSTRY, J.L. Reducing the prevalence and severity of injurious pecking in laying hens without beak trimming. **Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi**, Konuralp, v. 29, n. 1, 2010.

RODENBURG, T.B.; VAN HIERDEN, Y.M.; BUITENHUIS, A.J.; RIEDSTRA, B.; KOENE, P.; KORTE, S.M.; VAN DER POEL, J.J.; GROOTHUIS, T.G.G.; BLOKHUIS,

H.J. Feather pecking in laying hens: new insights and directions for research? **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 86, n. 3, p. 291-298, 2004.

RODENBURG, T.B.; VAN KRIMPEN, M.M.; DE JONG, I.C.; DE HAAS, E.N.; KOPS, M.S.; RIEDSTRA, B.J.; NORDQUIST, R.E.; WAGENAAR, J.P.; BESTMAN, M.; NICOL, C.J. The prevention and control of feather pecking in laying hens: identifying the underlying principles. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 69, n. 02, p. 361-374, 2013.

RODENBURG, T. B.; TUYTTENS, F.A.M.; DE REU, K.; HERMAN, L.; ZOONS, J.; SONCK, B. Welfare assessment of laying hens in furnished cages and non-cage systems: an on-farm comparison. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 17, n. 4, p. 363-373, 2008.

SANDILANDS, V.; MOINARD, C.; SPARKS, N. H. C. Providing laying hens with perches: fulfilling behavioural needs but causing injury? **British Poultry Science**, Abingdon, v. 50, n. 4, p. 395-406, 2009.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system**: release 9.2, (software). Cary, 2010. 620 p.

SAVORY, C.J. Feather pecking and cannibalism. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 51, n. 02, p. 215-219, 1995.

SHERWIN, C.M. Environmental enrichment for laying hens: spherical objects in the feed trough. **Animal Welfare**, Wheathampstead, v. 4, n. 1, p. 41-51, 1995.

SHERWIN, C.M.; RICHARDS, G.J.; NICOL, C.J. Comparison of the welfare of layer hens in 4 housing systems in the UK. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 51, n. 4, p. 488-499, 2010.

SHIELDS S.J.; DUNCAN I.J.H. An HSUS Report: a comparison of the welfare of hens in battery cages and alternative systems. Disponível em: <www.humanesociety.org/assets/pdfs/farm/hsus-a-comparison-of-the-welfare-of-hens-in-battery-cages-and-alternative-systems.pdf>. Acesso em: 08 abr. 2016.

SHIMMURA, T.; HIRAHARA, S.; AZUMA, T.; SUZUKI, T.; EGUCHI, Y.; UETAKE, K.; TANAKA, T. Multi-factorial investigation of various housing systems for laying hens. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 51, n. 1, p. 31-42, 2010.

SILVA, I.D.; BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.D.; PIEDADE, S.D.S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1439-1446, 2006.

STOJČIĆ, M.D.; PERIĆ, L.; MILOŠEVIĆ, N.; RODIĆ, V.; GLAMOČIĆ, D.; ŠKRBIĆ, Z.; LUKIĆ, M. Effect of genotype and housing system on egg production, egg quality

and welfare of laying hens. **Journal of Food, Agriculture & Environment**, Helsinki, v. 10, n. 2, p. 556-559, 2012.

STRATMANN, A.; FRÖHLICH, E.K.F.; GEBHARDT-HENRICH, S.G.; HARLANDER-MATAUSCHEK, A.; WÜRBEL, H.; TOSCANO, M.J. Modification of aviary design reduces incidence of falls, collisions and keel bone damage in laying hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 165, p. 112-123, 2015.

STEENFELDT, S.; NIELSEN, B.L. Welfare of organic laying hens kept at different indoor stocking densities in a multi-tier aviary system. II: live weight, health measures and perching. **Animal**, New York, v. 9, n. 09, p. 1518-1528, 2015.

STRUELENS, E.; TUYTTENS, F. A. M.; DUCHATEAU, L.; LEROY, T.; COX, M.; VRANKEN, E.; BUYSE, J.; ZOONS, J.; BERCKMANS, D.; ODBERG, F.; SONCK, B. Perching behaviour and perch height preference of laying hens in furnished cages varying in height. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 49, n. 4, p. 381-389, 2008.

VESTERGAARD, K.S.; SKADHAUGE, E.; LAWSON, L.G. The stress of not being able to perform dustbathing in laying hens. *Physiology & behavior*, New York, v. 62, n. 2, p. 413-419, 1999.

TACTACAN, G.B.; GUENTER, W.; LEWIS, N.J.; RODRIGUEZ-LECOMPTE, J.C.; HOUSE, J.D. Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. **Poultry science**, Savoy, v. 88, n. 4, p. 698-707, 2009.

TAUSON, R. Plumage condition in SCWL laying hens kept in conventional cages of different designs. **Acta Agriculturae Scandinavica**, London, v. 34, n. 2, p. 221-230, 1984.

TAYLOR, P.E.; COERSE, N.C.A.; HASKELL, M. The effects of operant control over food and light on the behaviour of domestic hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 71, n. 4, p. 319-333, 2001.

VAN KAMPEN, M. Activity and energy expenditure in laying hens: 3. The energy cost of eating and posture. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 87, n. 01, p. 85-88, 1976.

WEITZENBÜRGER, D.; VITS, A.; HAMANN, H.; DISTL, O. Effect of furnished small group housing systems and furnished cages on mortality and causes of death in two layer strains. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 46, n. 5, p. 553-559, 2005.

WELFARE QUALITY®. 2009. Welfare Quality® assessment protocol for poultry (broilers, laying hens). Disponível em: <<http://www.welfarequality.net/network/45848/7/0/40>>. Acesso em 01 jan. 2014.

WYSOCKI, M.; BESSEI, W.; KJAER, J.B.; BENNEWITZ, J. Genetic and physiological factors influencing feather pecking in chickens. **World's Poultry Science Journal**, Wallingford, v. 66, n. 04, p. 659-672, 2010.

ZIMMERMAN, P.H.; LINDBERG, A.C.; POPE, S.J.; GLEN, E.; BOLHUIS, J.E.; NICOL, C.J. The effect of stocking density, flock size and modified management on laying hen behaviour and welfare in a non-cage system. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 101, n. 1, p. 111-124, 2006.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo comprovou que a inserção de enriquecimento ambiental é uma importante ferramenta para melhorar as condições de bem-estar de galinhas poedeiras e seu efeito varia em função de diferentes densidades. O uso das cordas contribuiu para o aumento do peso dos ovos, integridade dos pés das aves e as cortinas se destacaram na preservação da integridade das penas, principalmente quando inserida em gaiolas com baixa densidade de alojamento (2 aves/gaiola).

Ressalta-se também, que a variação da densidade de alojamento não foi suficiente para minimizar os efeitos adversos das condições climáticas na taxa de mortalidade e na produção de ovos em épocas de temperatura alta e umidade inadequada à criação das poedeiras.

Este fato pode ter influenciado na minimização dos efeitos do enriquecimento ambiental no bem-estar destas aves, principalmente quando alojadas em altas densidades.

Desta forma, em um país tropical como o Brasil, a climatização dos galpões se torna prioridade, tornando-se a utilização de enriquecimento ambiental e a variação da densidade de alojamento, medida secundária que deve ser implantada para melhorar o bem-estar das aves.