

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Qualidade de Ovos Provenientes de Sistemas  
Convencional e Caipira**

**Pollianna Luciene da Silva Soares**

**2021**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**QUALIDADE DE OVOS PROVENIENTES DE  
SISTEMAS CONVENCIONAL E CAIPIRA**

**POLLIANNA LUCIENE DA SILVA SOARES**

*Sob a Orientação da Professora*  
Ligia Fatima Lima Calixto

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal.

Seropédica, RJ  
Junho de 2021

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S676q Soares, Pollianna Luciene da Silva, 1981-  
Qualidade de Ovos Provenientes de Sistemas  
Convencional e Caipira / Pollianna Luciene da Silva  
Soares. - Seropédica RJ, 2021.  
58 f.: il.

Orientadora: Lígia Fátima Lima Calixto.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Pós Graduação em Zootecnia, 2021.

1. Composição nutricional. 2. Ovos livres de  
gaiolas. 3. Qualidade microbiológica. I. Calixto, Lígia  
Fátima Lima, 1957-, orient. II Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro. Pós Graduação em Zootecnia  
III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**POLLIANNA LUCIENE DA SILVA SOARES**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre** no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Concentração em Produção Animal.

**DISSERTAÇÃO APROVADA EM 01/06/2021**



---

Lígia Fátima Lima Calixto. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ  
(Presidente)



---

Túlio Leite Reis. Dr. UFRRJ



---

Cristina Kimie Togashi. Dr. UFF

## AGRADECIMENTOS

Ao meu marido **Felipe Coelho**, por me apoiar e incentivar em todos os momentos.

As minhas filhas **Mariana Soares Coelho** e **Julia Soares Coelho**, por serem compreensivas, e sempre renovar minhas forças com um abraço quentinho.

A minha mãe **Luciene da Silva Sores**, pelo incentivo e amor incondicional.

A minha irmã **Emilly da Costa Soares**, pelo incentivo, conselhos e orações.

A minha Orientadora **Ligia Fatima Lima Calixto**, pela orientação, ensinamentos e por não desistir de mim.

Ao meu amigo, confidente, psicólogo e incentivador **Tulio Leite Reis**, pelas palavras de incentivo, que não me deixaram desistir, além do suporte técnico e profissional. Você foi fundamental nessa caminhada.

Ao meu tão querido amigo **Vinicius Alves**, por me incentivar a fazer a seleção e acreditar em mim.

Aos meus queridos amigos e vizinhos **Roberto, Bianca, Ana Paula, Elaine, Martha e Conceição**, que me ajudaram pessoalmente e profissionalmente.

Ao **Juan Palomino**, pelo suporte técnico fornecido a esse projeto.

A todos que me ajudaram nas análises: **Leticia Lima, Vinicius Alves, Gleyce Lopes, Jéssica Costa, Cleriston, Larissa, Paulo Victor** e **Brenda**, sem vocês não seria possível a realização desse trabalho.

A **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ)**, pela oportunidade de realizar o curso.

O presente trabalho foi realizado com apoio da **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001**.

## RESUMO

SOARES, Pollianna Luciene da Silva. **Qualidade de Ovos Provenientes de Sistemas Convencional e Caipira**. 2021 58p Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de ovos produzidos em sistemas de produção convencional e caipira quanto aos parâmetros de qualidade interna, externa, microbiológica e nutricional na granja, assim como o padrão de qualidade dos ovos caipiras expostos a venda em estabelecimentos comerciais. Os ovos foram coletados de modo inteiramente casualizado, em duas formas: na granja e em supermercados do Rio de Janeiro. Para as análises na granja, foram utilizados um total de 720 ovos, vermelhos, do tipo extra, produzidos em sistema convencional e caipira, sendo 360 de cada sistema de produção. Nos estabelecimentos comerciais foram adquiridos 240 ovos vermelhos do tipo grande, produzidos em sistema caipira, provenientes de quatro supermercados (A, B, C e D), sendo 60 ovos de cada estabelecimento. Os ovos frescos produzidos em sistema caipira apresentaram valores significativamente ( $p < 0,05$ ) maiores nos parâmetros de espessura da casca, índice de gema, porcentagem de gema, cor da gema e pH do albúmen. Já os ovos provenientes no sistema convencional apresentaram valores significativamente ( $p < 0,05$ ) maiores nos parâmetros de porcentagem do albúmen, Unidade Haugh e pH da gema. Ocorreu influência do sistema de produção na composição nutricional dos ovos ( $p < 0,05$ ) sendo observado maiores teores de extrato etéreo e proteína bruta em ovos produzidos no sistema caipira, em comparação aos convencionais. A contaminação microbiológica por mesófilos aeróbios presente nas cascas dos ovos, foi significativamente ( $p < 0,05$ ) maior nos ovos produzidos no sistema caipira. Quanto à qualidade dos ovos caipira adquiridos em supermercados, todos os estabelecimentos avaliados, demonstraram altos valores para pH da gema, albúmen, assim como baixos valores para Unidade Haugh. A qualidade dos ovos produzidos nos sistemas convencional e caipira se manteve dentro dos padrões exigidos para consumo. Excederam o padrão, os índices de espessura da casca e resistência à quebra que foram maiores, em ovos produzidos em sistema caipira o que compensou a pior qualidade microbiológica da casca desses ovos, em comparação aos produzidos em gaiolas. A exposição a venda dos ovos caipira em supermercados do Rio de Janeiro, demonstrou baixos índices de qualidade interna ou bem próximos ao limite inferior preconizado para ovos de mesa, provavelmente em função de um maior tempo de exposição já que são mais caros, e por serem mantidos expostos à venda, sem condições adequadas de refrigeração.

**Palavras-chave:** Composição nutricional. Ovos livres de gaiolas. Qualidade microbiológica.

## ABSTRACT

SOARES, Pollianna Luciene da Silva. **Egg Quality from Conventional and *Caipira* Systems**. 20121 58p Dissertation (Master's degree in Animal Science). Instituto de Zootecnia, Departamento de Produção Animal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2021.

The objective of this work was to evaluate the quality of eggs produced in conventional and *caipira* production systems regarding internal, external, microbiological and nutritional quality parameters on the farm, as well as the quality standard of *caipira* eggs exposed for sale in commercial establishments. Eggs were collected in a completely randomized manner, in two ways: on the farm and in supermarkets in Rio de Janeiro. For the analysis on the farm, a total of 720 eggs, red, of the extra type, produced in a conventional and *caipira* system were used, with 360 from each production system. In commercial establishments, 240 large red eggs were purchased, produced in *caipira* system, from four supermarkets (A, B, C and D), with 60 eggs from each establishment. Fresh eggs produced in a *caipira* system showed significantly ( $p<0.05$ ) higher values in the parameters of shell thickness, yolk index, yolk percentage, yolk color and albumen pH. Eggs from the conventional system showed significantly ( $p<0.05$ ) higher values in the parameters of albumen percentage, Haugh Unit and yolk pH. There was an influence of the production system on the nutritional composition of eggs ( $p<0.05$ ), with higher levels of ethereal extract and crude protein in eggs produced in the *caipira* system, compared to conventional ones. The microbiological contamination by aerobic mesophiles present in eggshells was significantly ( $p<0.05$ ) higher in eggs produced in the *caipira* system. As for the quality of *caipira* eggs purchased in supermarkets, all establishments evaluated showed high values for pH of yolk and albumen, as well as low values for Haugh Unit. The quality of eggs produced in conventional and *caipira* systems remained within the standards required for consumption. Exceeded the standard, the indices of shell thickness and breaking resistance, which were higher, in eggs produced in *caipira* system, which compensated for the worse microbiological quality of the shell of these eggs, compared to those produced in cages. The exposure to the sale of *caipira* eggs in supermarkets in Rio de Janeiro showed low levels of internal quality or very close to the lower limit recommended for table eggs, probably due to a longer exposure time as they are more expensive, and because they are kept exposed for sale, without adequate refrigeration conditions.

**Key words:** Centesimal composition. Cage-free eggs. Microbiological quality.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros da qualidade externa de ovos produzidos em sistema caipira e convencional.....	24
Tabela 2. Parâmetros da qualidade interna de ovos produzidos em sistema convencional e caipira. ....	26
Tabela 3. Contagem de mesófilos aeróbios (expressos em log UFC/casca) em ovos de galinhas semipesadas criadas em sistema caipira e convencional.....	28
Tabela 4. Valores médios percentuais (calculados com base na matéria seca) de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM). ....	29
Tabela 5. Parâmetros de qualidade externa de ovos caipira adquiridos em supermercados. .	30
Tabela 6. Parâmetros de qualidade interna de ovos caipira adquiridos em supermercados...	31

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista geral do sistema convencional, com gaiolas na disposição piramidal. ....	4
Figura 2. Galpão convencional, com gaiolas do tipo piramidal suspenso (A); Esquema gaiola do tipo piramidal (B).....	5
Figura 3. Vista da saída lateral do galpão para área de pastejo.....	7
Figura 4. Vista interna de um dos galpões com sistema caipira de produção (A). Preparação de piquete (B).....	17
Figura 5. Vista interna do galpão convencional com de coleta de ovos automatizada.....	17
Figura 6. Utilização de micrometrotripé na mensuração da altura do albumen denso.....	19
Figura 7. Mensuração do diâmetro da gema, utilizando paquímetro analógico.....	19
Figura 8. Utilização do leque colorimétrico Roche <sup>®</sup> , para análise estimativa da coloração da gema.....	20
Figura 9. Imagem geral da exposição dos ovos caipira, expostos em um dos estabelecimentos comerciais abrangidos pelo trabalho.....	23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
2.1 Produção de Ovos Comerciais	3
2.1.1 Sistema convencional de produção	3
2.1.2 Sistema caipira de produção	6
2.2 Qualidade dos Ovos Produzidos em Sistema Caipira	7
2.2.1 Qualidade nutricional dos ovos	9
2.2.3 Perda da qualidade durante a estocagem dos ovos	10
2.2.4 Qualidade microbiológica dos ovos	11
2.2.5 Postura no ninho e a contaminação dos ovos	12
2.3 Preço e Aquisição de Ovos Provenientes de Sistemas Livres de Gaiolas nos Supermercados	14
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>16</b>
3.1 Caracterização do Sistema de Produção	16
3.1.1 Localização	16
3.1.2 Coleta dos ovos na granja (caipira e convencional)	16
3.2 Análises Laboratoriais	18
3.2.1 Qualidade interna e externa dos ovos	18
3.2.2 Composição nutricional dos ovos	21
3.2.3 Qualidade microbiológica da Casca	21
3.3 Obtenção dos Ovos em Supermercados	22
3.3.1 Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos	23
3.4 Análise Estatística	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>24</b>
4.1 Qualidade dos Ovos na Granja (Convencional e Caipira)	24
4.1.1 Qualidade externa	24
4.1.2 Resistência à quebra da casca dos ovos caipira	25
4.1.3 Qualidade interna	26
4.1.4 Qualidade microbiológica da casca	28
4.1.5 Composição nutricional	29
4.2 Qualidade dos Ovos Adquiridos em Supermercados	30
4.2.1 Qualidade externa	30
4.2.2 Qualidade interna	31
<b>5 CONCLUSÕES</b>	<b>35</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>36</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A produção de ovos no Brasil superou expectativas e alcançou o recorde de 53,533 bilhões de ovos produzidos em 2020, um crescimento de 9,1% em relação a 2019. O crescente incremento na produção, está atrelado ao aumento do consumo dessa proteína pelos brasileiros, que saltou de 230 unidades em 2019, para 251 unidades per capita em 2020. Segundo as projeções realizadas pela Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), para 2021, a expectativa é de 56,21 bilhões de unidades produzidas, isso porque, cada brasileiro deverá consumir, em média, 265 ovos no ano, representando uma alta de 6% em relação ao consumo do ano anterior (ABPA, 2021).

Em paralelo ao crescente aumento do consumo de ovos entre os brasileiros, está a tendência mundial da população por uma alimentação mais saudável, impulsionando o segmento de ovos “alternativos”, que tem crescido expressivamente nos últimos anos com sua oferta cada vez mais presente no varejo. As demandas criadas, motivaram vários varejistas de alimentos e cadeias de serviços de alimentação, a anunciarem suas promessas de vender ou usar ovos produzidos apenas por poedeiras criadas em sistemas de produção menos intensivos (AL-AJEELI *et al.*, 2018). Acompanhando a preferência do consumidor brasileiro, granjas comerciais que, inicialmente, ofertavam cerca de 1% do volume da sua produção ao mercado de ovos caipiras, visam aumentar esse volume, em 15% dentro de um período de três anos (Katayama, 2020) e outros grupos pioneiros na linha de ovos produzidos por aves criadas em sistema livre de gaiola que alojavam 500 mil galinhas em 2018 objetivam criar um milhão de poedeiras nesses sistemas, até o final de 2021, e sua meta é alcançar a marca de 2,5 milhões de aves até 2025 (GRANJA MANTIQUEIRA, 2020).

Quanto ao aspecto da aquisição dos ovos, os consumidores, são motivados por um conjunto de características que imprimem o grau de aceitabilidade do produto, e que é determinada por diversos padrões de qualidade externa e interna, como a higiene da casca e aspectos do albúmen e da gema (principalmente a coloração) (MENDES, 2002). Para enaltecer os “novos ovos” e chamar a atenção dos consumidores, os mercados que ofertam ovos alternativos, (*livre de gaiola* e caipira, incluindo orgânicos) destacam gondolas com cartazes, exibindo o sistema de criação, tipo de alimentação etc., na tentativa de justificar o alto custo desses ovos, em comparação aos produzidos em sistemas convencionais. Porém, o consumidor desconhece os reais padrões de qualidade deste tipo de ovo, e não imagina, que ao contrário do que se propaga, essa qualidade pode estar sendo altamente comprometida, pois por serem mais caros, esses ovos, tendem a permanecer por mais tempo, expostos à venda e em condições não adequadas de temperatura e umidade.

A produção de ovos em sistema alternativos se revela em uma oportunidade de negócios de grande potencial para o Brasil, onde esse ainda é um mercado incipiente (RUSSO, 2019), que vem enfrentando dificuldades em se estabelecer principalmente pelos altos preços do produto final provindo desses sistemas, além da falta de informações tanto de alguns produtores como da maioria dos consumidores, que não sabem quais são as diferenças de cada produto e desconhecem a razão pela qual os preços variam tanto de um sistema de produção, para outro (PASIAN E GAMEIRO, 2007; REIS *et al.*, 2019).

Com as críticas e proibições ao uso de gaiolas convencionais no alojamento de poedeiras, as características de qualidade dos ovos produzidos em sistemas alternativos, têm sido amplamente estudadas (DONG *et al.*, 2017). No entanto, a pesquisa científica ainda é limitada e vem mostrando resultados contraditórios. Diante do exposto, e na medida em que se eleva a demanda por parte dos consumidores por produtos oriundos de sistemas menos intensivos, a qualidade dos ovos provenientes desses sistemas torna-se uma importante

fonte de estudo. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade de ovos produzidos em sistemas de produção convencional e caipira quanto aos parâmetros de qualidade interna, externa, microbiológica e nutricional na granja produtora, e os padrões de qualidade de ovos caipiras expostos a venda em estabelecimentos comerciais na cidade do Rio de Janeiro.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de Ovos Comerciais

A indústria de produção de ovos a nível mundial vem sendo submetida a intensa pressão social e política a mais de uma década para mudar ou proibir determinadas práticas de produção e adotar sistemas menos intensivos (SWANSON, 2008; MENCH *et al.*, 2011). Nesse sentido o foco tem sido direcionado para a troca da produção de ovos em gaiolas convencionais para sistemas alternativos (fora de gaiolas) visando o maior bem-estar das aves. Assim, este tem sido um tema amplamente pesquisado, e debatido, nos últimos anos a nível mundial (KANG *et al.*, 2016).

No Brasil, embora uma parte dos consumidores já se encontrem cada vez mais preocupados com a qualidade dos produtos, a segurança do alimento, e o respeito ao meio ambiente e aos animais (NÄÄS, 2005), a conscientização a respeito do bem-estar animal, ainda é incipiente e vem crescendo, paralelamente ao desenvolvimento socioeconômico da população, mudando de forma lenta o perfil dos consumidores. Já em muitos países da União Europeia onde a criação em gaiolas convencionais era o sistema de alojamento mais popular, as adequações ao cumprimento das legislações obrigatórias para as modificações nesse sistema, impostas a partir de 1 de janeiro de 2012 (DIRETIVA 1999/74/CE), (VITS *et al.*, 2005), provocaram um enorme impacto na indústria de produção de ovos, sendo que após a imposição da proibição às gaiolas convencionais, ocorreram grandes mudanças na indústria de produção de ovos em um tempo relativamente curto (STADIG *et al.*, 2016).

Sumner *et al.* (2011) avaliando questões econômicas e de mercado nos Estados Unidos, postularam que o cumprimento de alternativas obrigatórias para a criação de galinhas, aumentaria os custos marginais de produção e exigiria um investimento de capital considerável. De acordo com estes pesquisadores, o gasto de capital total por dúzia de ovos é 180% maior para o sistema fora de gaiolas em comparação com o sistema de alojamento convencional. Este fato ocorre principalmente pelo maior custo médio de mão-de-obra, maior área necessária para alojamento das aves, além da maior mortalidade das galinhas e outros problemas sanitários que são maiores nesse sistema contribuindo com o aumento dos custos de produção, elevando consideravelmente os preços dos ovos.

No tocante a realidade nacional brasileira, de acordo com Nääs *et al.* (2019), em que pese que por mais que essas mudanças esperadas na cadeia produtiva de ovos sejam necessárias, é preciso considerar que o impacto da troca dos sistemas convencionais, para gaiolas melhoradas ou para outras tipologias de produção, pode gerar um custo operacional que ainda é extremamente oneroso e, portanto, é provável que tais mudanças poderão ser lentas para os produtores de ovos brasileiros.

#### 2.1.1 Sistema convencional de produção

O sistema de produção em gaiolas, se caracteriza como predominante no Brasil e no mundo a exceção da União Europeia. Esse sistema foi desenvolvido na década de 1930 e começou a ser adotado em escala mundial na década de 1950 (AMARAL, 2016) sendo caracterizado pelo alojamento das aves de forma intensiva em baterias de gaiolas convencionais ou automatizadas dentro de galpões, durante toda a vida produtiva da ave, proporcionando melhor higiene (pois separa as aves de suas excretas), maior controle sobre a produção de ovos, facilidade no manejo, bem como controle da distribuição da ração, aplicação de medicamentos e vacinas, redução de mão de obra e do desperdício de ração. Embora aves de produção, desenvolvam necessidades comportamentais específicas e sejam

capazes de alterar seu comportamento para se adaptarem ao ambiente em que vivem, pontos negativos são apontados nesse tipo de sistema, tais como, maior desconforto das aves, que permanecem por longos períodos sobre o piso que sendo de arame, pode causar deformidades nos pés e fragilidade óssea, maior tendência ao canibalismo quando ocorrem falhas de manejo, entre outros (TAUSON, 2005; VIEIRA *et al.*, 2014).

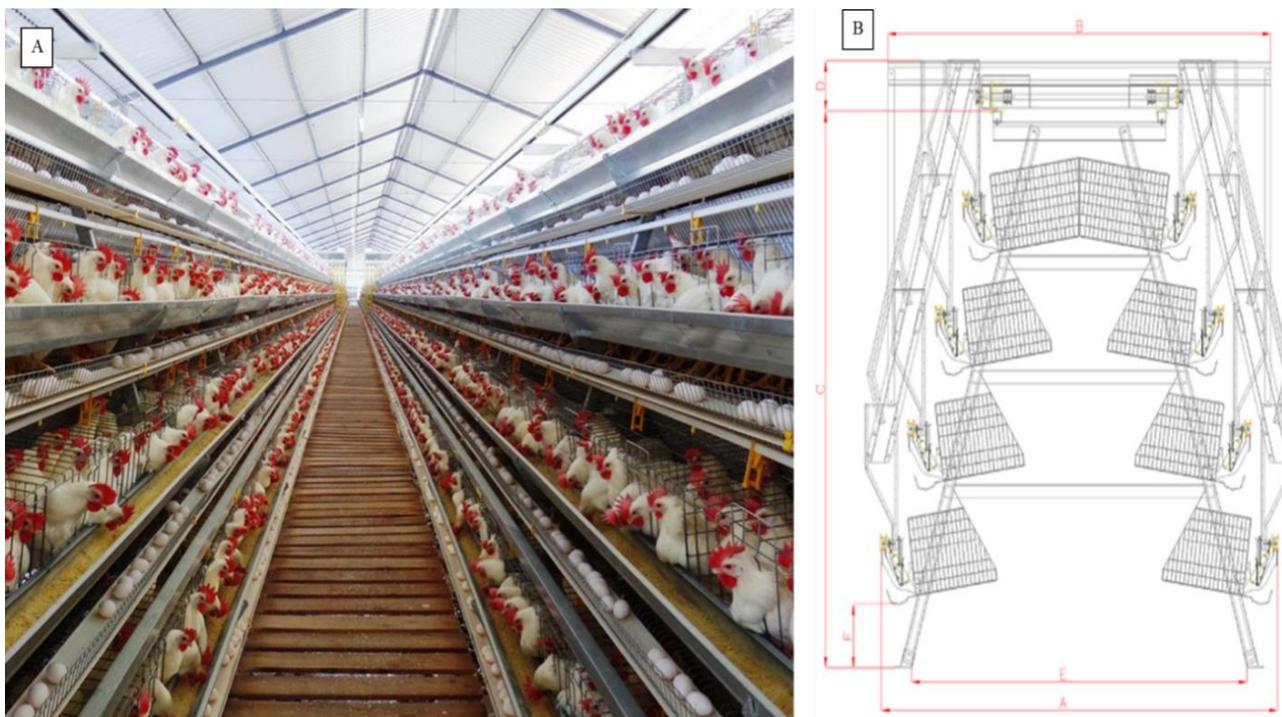
Dentro do sistema de produção convencional há dois tipos predominantes de sistemas de montagem das gaiolas:

- Gaiolas Piramidais (Figura 1), correspondem a cerca de 64%, da produção nacional de ovos (SILVA, 2020). Neste sistema as gaiolas formam pirâmides não sobrepostas e as excretas das aves caem em um outro nível inferior, pode ser utilizado em galpões modelo californiano, climatizados ou galpões elevados.
- Gaiolas Verticais, correspondem a cerca de 36% da produção nacional (SILVA, 2020). Diferenciando-se pelas disposições das gaiolas em fileiras sobrepostas e com esteiras de coleta de excretas, podem ser utilizadas em galpões abertos ou climatizados.

O tipo de gaiola pode variar conforme a quantidade de ovos produzidos, tipo de mercado, custo das instalações durante o período de implementação da granja, entre outros (CAFÉ *et al.* (2019).



**Figura 1.** Vista geral do sistema convencional, com gaiolas na disposição piramidal.  
FONTE: Google Imagens.



**Figura 2.** Galpão convencional, com Gaiolas do tipo Piramidal Suspenso (A); Esquema Gaiola do tipo Piramidal (B).

FONTE: KILBRA, Encarte técnico de publicidade.

A automação das granjas tem sido o caminho seguido pelos produtores, nos últimos anos para garantir maior produtividade, ganho em escala, redução de custos e competitividade no setor de produção de ovos (CAFÉ *et al.*, 2019).

Um importante fator a ser respeitado é a densidade de aves por gaiola que é expressa em  $\text{cm}^2$  por ave. A recomendação do espaço disponível varia em diferentes países. Na Ásia e nos Estados Unidos, são utilizadas densidades em torno de  $400 \text{ cm}^2/\text{ave}$ . No Brasil embora, o Protocolo de Bem-estar na Avicultura (UBA, 2008), baseando-se em uma gaiola medindo:  $45 \times 50 = 2250 \text{ cm}^2$ , recomende o espaço nas gaiolas de  $375 \text{ cm}^2/\text{aves}$  (brancas);  $450 \text{ cm}^2/\text{aves}$  (vermelhas), é possível que em algumas unidades produtoras, sejam utilizadas densidades médias de  $350 \text{ cm}^2/\text{ave}$ , em gaiolas medindo de 30 a 35 cm de largura X 43cm de comprimento, contendo de 3 a 5 aves (MENEZES *et al.*, 2009; VIEIRA *et al.*, 2014).

Dawkins e Hardie (1989) demonstraram que as galinhas requerem, em média,  $1272 \text{ cm}^2$  para se virarem, e  $893$  e  $1876 \text{ cm}^2$  para abrirem e baterem as asas, respectivamente. Evidentemente, no sistema convencional de produção de ovos o espaço disponível não é suficiente para estes comportamentos.

## 2.1.2 Sistema caipira de produção

Para a criação de aves em sistemas livres de gaiola, a legislação brasileira permite a divisão deste sistema produtivo em *cage-free* ou semiconfinadas, e *free-range* ou caipira. No primeiro, as aves ficam soltas em galpões, com acesso a ninhos e poleiros, local para banho de areia e maior espaço para se movimentarem, permitindo que elas apresentem comportamentos naturais como: caminhar, bater e abrir asas (THIMOTHEO *et al*, 2016). Já o sistema semi-extensivo conhecido como *free-range* ou caipira, são fornecidas as mesmas condições do *cage-free*, porém com o diferencial do acesso a áreas externas ao galpão para pastejo durante toda a fase de produção da ave (SACCOMANI *et al*, 2019).

A criação comercial de galinhas em sistema Caipira no Brasil é regida pela Norma Técnica ABNT NBR 16437: 2016 (Avicultura – Produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira), publicada em 2016 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resultado do trabalho realizado em conjunto com a Associação Brasileira de Avicultura Alternativa (AVAL), Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Secretaria Especial de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário (SEAD), Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), além de outras entidades ligadas ao setor.

A legislação indica que no sistema caipira, as aves em produção, devem dispor de no mínimo 6h contínuas de escuro por dia, para descanso. A densidade máxima no interior do galpão deve ser de 7aves/m<sup>2</sup>. Devem estar disponibilizados no interior da instalação: alimentação, água, ninhos (1boca de ninho/4 aves), poleiros (mínimo 15 cm/ave) além de saídas laterais (com pelo menos 46cm de altura e 53cm de largura) para acesso a área externa (Figura 3) (ABNT, 2016).

A coleta de ovos deve ser feita em uma frequência mínima de duas vezes ao dia, e as camas dos ninhos devem ser desinfetadas e trocadas frequentemente. Nesse sistema o uso de vacinas é obrigatório, inclusive há uma recomendação para que as pintainhas de 1 dia sejam vacinadas contra coccidiose e os antibióticos são liberados apenas para o tratamento de doenças, e não como aditivos (ABNT, 2016).

Na área externa, a densidade deve ser de no mínimo 2 aves/m<sup>2</sup>, e se as condições climáticas permitirem elas devem ser soltas pela manhã e recolhidas ao final da tarde. Os piquetes devem ser manejados (rotação) visando evitar a sua degradação ou contaminação, coberturas como arbustos, árvores ou estruturas artificiais, devem estar distribuídas na área externa para reduzir as reações de medo das aves a predadores aéreos (SILVA, 2020). O acesso das poedeiras a área externa permite que estas possam consumir insetos e forragem típica do seu hábito alimentar, conferindo dessa maneira, ovos com gemas de coloração diferenciada (TAKAHASHI *et al.*, 2006).

Nesse sistema é vedado o uso de todos e quaisquer insumos, produtos e medicamentos veterinários não autorizados ou não registrados para uso em aves, conforme a legislação vigente, como: o azul de metileno, formol e violeta de genciana, usados como desinfetantes, antibacterianos e anti- fúngicos aspergidos sobre as aves e/ou nos aviários, e usados pela ração ou água de bebida. Além disso é proibido o uso de corantes/pigmentos sintéticos e óleos vegetais reciclados (de cozinha industrial ou restaurantes) como ingrediente de rações, assim como antimicrobianos com finalidade preventiva e como melhoradores de desempenho (ABNT, 2016).



**Figura 3.** Vista da saída lateral do galpão para área de pastejo.  
FONTE: Acervo Pessoal.

## 2.2 Qualidade dos Ovos Produzidos em Sistema Caipira

Com a proibição do uso de gaiolas pela União Europeia, as características de qualidade dos ovos produzidos em sistemas semi-intensivos têm sido amplamente estudadas (DONG *et al.*, 2017). No entanto, a pesquisa científica em relação à qualidade dos ovos entre os diferentes sistemas de produção é limitada e vem mostrando resultados contraditórios (PATTERSON *et al.*, 2001; VAN DEN BRAND *et al.*, 2004; HIDALGO *et al.*, 2008; ANDERSON, 2011; KÜÇÜKYILMAZ *et al.*, 2012; RAKONJAC *et al.*, 2014). Embora seja perfeitamente compreensível que fatores como linhagem, dieta e idade, da poedeira provavelmente desempenham um papel mais importante nas características físicas dos ovos, é imprescindível considerar no que diz respeito ao sistema de produção caipira, a quantidade de tempo que a galinha passa ao ar livre, é um importante fator que impacta na qualidade dos ovos (LORDELO *et al.*, 2017).

Segundo Karcher *et al.* (2015), alguns parâmetros de qualidade física dos ovos como: espessura da casca, peso do ovo, cor de gema e altura do albúmen são mais provavelmente influenciados pela nutrição e idade da ave do que pelo próprio sistema de produção.

As avaliações de qualidade externa dos ovos são medidas em termos de espessura, resistência à quebra, integridade, porcentagem e peso da casca. Mais quando se trata de integridade física (quebras, trincas etc.) a produção de ovos em sistemas livres de gaiola pode propiciar elevação no índice de ovos que são mais comumente classificados como não comercializáveis (especialmente aqueles que são postos fora dos ninhos) (MATTHEWS e SUMNER, 2015). Os padrões de qualidade externa envolvendo a casca, assim como sua espessura e resistência têm se mostrado melhores em ovos produzidos em sistema caipira, quando comparado aos convencionais (FERREIRA (2013); KÜHN (2014)).

Saccomani *et al.* (2019), observaram maiores valores de gravidade específica em ovos produzidos em sistema caipira, quando comparados aos provenientes do sistema convencional. Conforme descrito por Reis *et al.* (2019), as galinhas criadas fora de gaiolas, podem se deslocar pelo galpão, o que as fará exercitar o corpo e estimulará a mobilização

de nutrientes e energia para o desenvolvimento dos tecidos musculares e ósseos requisitando menor mobilização mineral para a produção de tecido ósseo, favorecendo, assim, maior disponibilidade para a produção da casca, além da maior mobilização mineral proveniente do solo e acessível pelo comportamento de pastejo.

Em relação ao consumo adequado da ração, pode ocorrer, deficiência nos sistemas em que as aves são criadas soltas em decorrência de um menor controle individual do consumo, assim como maior dominância entre as aves, em comparação com o sistema convencional (FRASER e BRAIN, 1994; REIS *et al.*, 2019). Lemos *et al.* (2015) analisando a qualidade de ovos produzidos em um dos municípios do Rio de Janeiro, por aves criadas em sistema orgânico de pequena escala, arraçadas com sobras de plantações orgânicas e pasto, sem controle nutricional adequado do que as aves ingeriam, observaram que 80,55% dos ovos analisados, apresentaram valores de espessura de casca abaixo de 0,33 mm, que para ovos de galinhas é um valor indicativo de baixa qualidade de casca.

Em relação ao peso, Samiullah *et al.* (2014; 2017) e VLČKOVÁ *et al.* (2018), observaram menor peso em ovos provenientes de sistema fora de gaiolas, quando comparados aos convencionais. O contrário foi observado por Jones *et al.* (2014); Yilmaz Dikmen *et al.* (2017), que encontraram menor peso em ovos produzidos em gaiolas convencionais, em comparação com os provenientes do sistema alternativo. Segundo Holt *et al.* (2011), há um elevado grau de variabilidade nos dados demonstrados pelas pesquisas sobre os efeitos de vários sistemas de alojamento no tamanho e peso dos ovos, pois esses estudos raramente foram realizados com as mesmas linhagens de galinhas poedeiras, idade das aves e outros fatores como densidade, e condições climáticas, que podem ampliar a variação dos resultados entre os estudos.

A literatura, tem evidenciado maiores valores para altura de albúmen e Unidade Haugh em ovos provenientes de sistema fora de gaiolas, (caipira e orgânicos) quando comparados aos produzidos em sistemas convencionais. Alguns pesquisadores como: Minelli *et al.* (2007); Dukić-stojčić *et al.* (2009); Jones *et al.* (2014); Lordelo *et al.* (2017); Reis *et al.* (2019); Rossi (2007); Hidalgo *et al.* (2009); Lewko e Gornowicz (2011), detectaram qualidade superior de albúmen em ovos produzidos em sistema fora de gaiolas, comparados aos convencionais. Possíveis explicações para essa ocorrência, são discutidas no estudo de Roberts (2004), onde segundo o autor, alguns fatores como idade, nutrição, estresse, estado sanitário, genética da ave e a exposição dos ovos frescos à elevadas concentrações de amônia podem influenciar a altura do albúmen e conseqüentemente nos valores da Unidade Haugh.

Galvão *et al.* (2017) avaliando as diferenças nas características físicas de ovos produzidos em sistema caipira e convencional, observaram menor tamanho em ovos produzidos em sistema caipira, além de maior porcentagem de albúmen, cascas mais espessas e com maior resistência a quebra, quando comparados aos postos em gaiolas.

A coloração acentuada na gema de ovos produzidos em sistemas alternativos, é uma característica buscada e apreciada pelos consumidores. A literatura consultada tem demonstrado que as gemas de ovos produzidos em sistemas orgânicos podem ser mais pigmentadas (escore entre 9 e 14 no leque colorimétrico Roche<sup>®</sup>) do que as gemas de ovos de aves produzidas no sistema convencional (escore entre 3 e 6). A pigmentação da gema do ovo se deve a absorção de pigmentos carotenoides presentes na dieta da ave, uma vez que os animais não são capazes de sintetizá-los. Quando as aves são criadas com acesso a área de pastejo, aumentam a ingestão de fontes naturais de carotenoides, como forragens e brotos, intensificando a coloração da gema (GALOBART *et al.* 2004; MUGNAI *et al.*, 2014; NYS e GUYOT, 2011). Os pigmentantes naturais como os carotenoides ( $\beta$ -caroteno;xantofilas; cataxantina), caracterizam-se por compostos responsáveis pelas cores,

amarelo, laranja e vermelho da gema do ovo. Os carotenóides são encontrados em todas as folhas verdes e possuem função biológica de pró-vitamina A (UENOJO, 2007).

Nas aves o metabolismo desses pigmentos se dá pela absorção na luz do lúmen intestinal, onde são transportados juntamente com os lipídeos e adentram nas células pelas lipoproteínas presentes na membrana celular. Estes pigmentos podem se acumular na célula e em diversos tecidos ricos em lipídeos, como é o caso da gema do ovo (FAEHNRIKCH *et al.*, 2016). Sua deposição é responsável pela cor amarela da gema dos ovos de galinhas, além disso, são antioxidantes naturais, assim como as vitaminas A, E, e o mineral selênio (DE CARVALHO *et al.*, 2006).

### 2.2.1 Qualidade nutricional dos ovos

A qualidade nutricional do ovo pode ser avaliada com base na qualidade da composição centesimal, bem como a proporção de componentes, que inclui sólidos totais, cinzas, gordura bruta e proteína (SACCOMANI *et al.*, 2019).

Popularmente acredita-se que os ovos produzidos por galinhas criadas fora de gaiolas possuem qualidade nutricional superior aos produzidos por galinhas criadas em gaiolas convencionais (BEJAEI *et al.*, 2011). Propagandas em fontes populares elevam a qualidade nutricional desses ovos em detrimento dos produzidos em gaiolas convencionais (NEWBURY, 2008), geralmente no intuito de justificar seus altos preços.

A criação de galinhas em sistema com acesso a área de pastejo (*free-range*, caipira) propicia, o consumo de matéria vegetal que é tipicamente rica em vitaminas e minerais. As forragens contêm componentes como fibra, carotenoides e ácidos graxos. Alguns trabalhos têm demonstrado efeitos positivos da fibra insolúvel na alimentação de aves, melhor digestibilidade do amido e da proteína, provavelmente devido à capacidade da fibra de se acumular na moela, órgão importante no processo de regulação da taxa de passagem da digesta e, conseqüentemente, na digestão dos nutrientes no intestino (RUFINO *et al.*, 2017).

Para as aves a fibra alimentar é um componente da dieta com grande importância (MONTAGNE *et al.*, 2003), uma vez que seu consumo traz vários efeitos benéficos que podem ser comparados àqueles proporcionados pelos prebióticos comerciais, usualmente adicionados a dietas de suínos, aves e peixes (GOULART *et al.*, 2016). No cólon, as fibras solúveis são fermentadas por bactérias intestinais, contribuindo com a produção de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), predominantemente acetato, propionato e butirato, além de água e vários gases, como dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), gás hidrogênio (H<sub>2</sub>) e Metano (CH<sub>4</sub>). Cerca de 95% dos AGCC's produzidos no cólon são rapidamente absorvidos pelo lúmen intestinal antes de chegar ao reto, contribuindo com a saúde do animal (MONTAGNE *et al.*, 2003). Estes AGCC's produzidos atuam essencialmente como fonte de energia para a mucosa intestinal, além de protegerem o organismo contra várias patogenicias, além diarreias e inflamações intestinais (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2008; GOULART *et al.*, 2016).

Contudo, várias substâncias antinutricionais (como saponinas, compostos fenólicos e inibidores de proteases), estão presentes em algumas forrageiras e podem influenciar negativamente na qualidade dos ovos (PONTE *et al.*, 2004). Além disso, de acordo com Holt *et al.* (2011), as gramíneas e a forragem variam em diferentes regiões dos países e, portanto, os teores e mudanças potenciais decorrentes do pastejo ao ar livre também podem ser diferentes.

Maiores teores de vitaminas e minerais em ovos produzidos fora de gaiolas foram relatados (KARSTEN *et al.*, 2010; VAN RUTH *et al.*, 2011; HEFLIN *et al.*, 2018). Em seu estudo Sirri *et al.* (2018), observaram em ovos produzidos em sistema *free-range*, elevado teor de carotenoides, além de menor teor de ácidos graxos n-6, e uma melhor relação n-6/n-

3, caracterizando um perfil de ácidos graxos mais saudável em comparação com ovos produzidos no sistema convencional.

Quanto aos teores de minerais na gema e no albúmen os ovos produzidos em sistema com acesso a área de pastejo, tem apresentado maiores concentrações de Cromo e Zinco. A concentração de Selênio foi maior em gemas provenientes do sistema orgânico seguido dos ovos produzidos em gaiolas (GIANNENAS *et al.*, 2009). Heflin *et al.* (2018) descreveram diferenças nos teores de alguns minerais (Mg, Mn, Ca e Fe) presentes no conteúdo de ovos produzidos em diferentes sistemas de alojamento (gaiolas convencionais, gaiolas enriquecidas, *cage-free* e *free-range*), porém essa diferença foi pequena sendo considerada de improvável impacto na nutrição humana.

Florkiewicz *et al.* (2017), observaram diferenças na composição química entre os ovos produzidos por galinhas criadas em sistemas orgânicos, e em gaiolas. A gema dos ovos orgânicos continha os mais altos níveis de proteína, K e Cu. A gema dos ovos convencionais foi mais abundante em Mg e Fe. Do ponto de vista nutricional, os ovos orgânicos foram caracterizados por possuírem composição química mais benéfica do que os convencionais. Em relação às propriedades tecnológicas (emulsificantes) dos ovos, não houve diferenças significativas entre os dois sistemas de produção.

Holt *et al.* (2011) postularam que as informações sobre os impactos de diferentes sistemas produtivos sobre a qualidade nutricional dos ovos eram escassas, ressaltando que embora os anúncios populares exaltem a virtude de um sistema dos sistemas alternativos de produção em detrimento dos convencionais em relação ao teor de vitaminas e ácidos graxos dos ovos, poucos estudos controlados foram realizados para justificar tais afirmações.

Atualmente no Brasil, ainda são escassas as pesquisas concentradas na comparação da composição nutricional dos ovos de galinhas criadas em diferentes sistemas de produção, no entanto são cada vez mais crescentes os apelos mercadológicos, para a aquisição de ovos provenientes de sistemas de produção menos intensivos.

### **2.2.3 Perda da qualidade durante a estocagem dos ovos**

Os ovos de galinha possuem excelente valor nutritivo para o consumo humano, sendo um dos poucos alimentos de origem animal que pode ser armazenado, por algumas semanas em seu estado natural, com pouca perda em suas características específicas. (GRASHORN, 2016)

Perdas na qualidade dos ovos provocadas pelo armazenamento podem ser indicadas pela medição do pH do albúmen (AKYUREK e OKUR, 2009). Ovos recém postos, possuem 1,44 a 2,05mg de CO<sub>2</sub>/g de albumina e um valor de pH de albúmen de 7,5 a 8,5 (BILADEAU e KEENER, 2009). A casca do ovo, com sua estrutura porosa, permite que o dióxido de carbono e a umidade ultrapassem para o meio externo e em curto espaço de tempo, o pH do albúmen aumenta para 9 devido à liberação de CO<sub>2</sub> proveniente da quebra do ácido carbônico no albúmen, o que resulta em alterações no sistema tampão de bicarbonato (YÜCEER e CANER, 2014). A pontuação da unidade Haugh, é uma outra medida que se constitui em um dos critérios mais utilizados para avaliação da deterioração da qualidade ou diluição do albúmen ao longo do armazenamento, e que pode indicar diluição do albúmen ou deterioração da sua qualidade. De acordo com United States Department of Agriculture (USDA) um ovo fresco de boa qualidade tem uma pontuação de unidade Haugh acima de 72 e diminui à medida que o ovo envelhece ou permanece armazenado (USDA, 2007).

O declínio na pontuação da Unidade Haugh também pode ser considerado um indicador da redução da atividade da lisozima (TRZISZKA, 1994), que é um importante agente para proteger o conteúdo do ovo contra a contaminação microbiana. Humphrey *et*

al. (1991) observaram que o crescimento de microrganismos no albúmen ocorreu em menor velocidade em ovos frescos, enquanto em ovos com maior tempo de armazenamento, o crescimento foi relativamente rápido. Em tese, esse potencial antimicrobiano ocorre devido às proteínas da clara do ovo, como a lisozima e a conalbumina e por sua consistência viscosa (VLČKOVÁ *et al.*, 2019).

No armazenamento, a qualidade da gema também é alterada. Devido à desnaturação das proteínas do albúmen, ocorre a liberação de água ligada a grandes moléculas de proteínas, que por ação osmótica, atravessa a membrana vitelínica e fica retida na gema. Essa passagem de água do albúmen para a gema causa o aumento do seu diâmetro, reduzindo sua viscosidade e enfraquecendo a membrana vitelínica, resultando em um aspecto maior e mais achatado dessa estrutura (PASCHOALIN, 2016). Esses processos, são influenciados principalmente pelo modo como o armazenamento é realizado em relação a temperatura e umidade relativa do ar do local de estocagem. E se acentuam consideravelmente com o prolongamento do tempo e altas temperaturas. Isto ocorre devido à ação do ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ) presente no ovo, mecanismo conhecido como sistema tampão. A alta temperatura ambiente acelera a atividade da enzima anidrase carbônica que dissocia o  $H_2CO_3$  em  $H_2O$  e  $CO_2$  (KEENER *et al.*, 2006).

Embora seja conhecido, que ovos quando mantidos sob refrigeração mantém sua qualidade interna, ampliando assim seu tempo de validade, as políticas quanto as condições de armazenamento e exposição dos ovos no varejo podem variar em cada país. Nos Estados Unidos, a entidade governamental responsável pela segurança alimentar e políticas relacionadas à agricultura e pecuária o USDA (United States Department of Agriculture), que determina o que os ovos sejam submetidos à refrigeração em até 36 horas após a postura em temperatura máxima de  $15,6^{\circ}C$  e umidade relativa entre 70 e 85%, permanecendo assim, sob refrigeração nos pontos de venda (USDA, 2005). Na Europa a legislação permite que os ovos sejam mantidos sem refrigeração do momento da postura até sua distribuição final, sendo refrigerados apenas pelo consumidor (BRITES *et al.*, 2012).

No Brasil, embora o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento recomende que os ovos sejam submetidos a uma temperatura entre 8 e  $15^{\circ}C$  com umidade relativa entre 70 e 90% durante o armazenamento (MAPA, 1990), a refrigeração não é uma prática assegurada por lei então, no comércio ela não ocorre, principalmente pelos altos custos. Alguns estabelecimentos, costumam armazenar os ovos próximos a gôndolas refrigeradas de laticínios e frutas (GALLO, 2015). Independente do período de estocagem, ovos mantidos em temperatura ambiente tendem a diminuir o seu peso.

#### 2.2.4 Qualidade microbiológica dos ovos

A condição interna dos ovos pode ser modificada por contaminação bacteriana ou fúngica, alterando o pH e disponibilidade de nutrientes. Os ovos podem ser contaminados no trato reprodutivo (ovário ou oviduto), no entanto, a contaminação após a postura é a mais comum. As condições do meio ambiente (ninho, cama, embalagens, locais de estocagem e incubadoras) devem ser rigorosamente controladas, para minimizar essa ocorrência. Os microrganismos mais comuns na contaminação dos ovos são *Escherichia coli*, *Proteus*, *Staphilococcus spp*, *Klebsiella spp*.

A qualidade microbiológica dos alimentos pode ser determinada com a mensuração de microrganismos indicadores de contaminação (SCHUH, *et al.*, 2016). Estes indicadores, são grupos ou espécies de microrganismos que, quando presentes em um alimento, podem fornecer informações sobre a ocorrência de contaminação de origem fecal, provável presença de patógenos ou deterioração potencial do alimento, além de poderem indicar

condições sanitárias inadequadas durante o processamento, produção ou armazenamento (FRANCO e LANDGRAF, 1996).

O grupo de microrganismos indicadores da qualidade mais comumente utilizados para avaliar a qualidade microbiológica em ovos, são os microrganismos aeróbios mesófilos (SANTOS NETO, 2016). Estes constituem um grupo capaz de se multiplicar entre 10°C e 45°C, sendo a temperatura ideal em torno de 30°C. Esse grupo é importante porque inclui a maioria dos contaminantes dos alimentos de origem animal, podendo atingir altas contagens quando o alimento é mantido à temperatura ambiente. Segundo ICMS (International Commission on Microbiological Specifications for Foods) o número de microrganismos aeróbios mesófilos encontrados em um alimento tem sido um dos indicadores microbiológicos de qualidade mais comumente utilizados, indicando se a limpeza, a desinfecção e o controle da temperatura durante os processos de tratamento industrial, transporte e armazenamento foram realizados de forma adequada. Esta determinação, permite também obter informação sobre a alteração incipiente dos alimentos e sua provável vida útil (SILVA, 2002). Entre os gêneros bacterianos mais comumente envolvidos na deterioração de ovos estão as *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Serratia*, *Enterobacter* e *Flavobacterium*. Os principais patógenos associados são *Salmonella spp*, *Staphylococcus spp*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* (ARAGON-ALEGRO *et al.*, 2005) e fungos do gênero *Aspergillus* (PATRÍCIO, 2013). A contagem de microrganismos mesofilo aeróbios totais detecta em um alimento o número de bactérias presentes tanto na forma vegetativa quanto esporulada que se desenvolvem a uma temperatura de 35 a 37°C (CALEGARI *et al.*, 2019).

### 2.2.5 Postura no ninho e a contaminação dos ovos

Nos sistemas alternativos, a cama do ninho é a primeira superfície que entra em contato com o ovo após a oposição, sendo que esse contato com as excretas, se constitui em uma das principais fontes de contaminação da casca dos ovos produzidos nesses sistemas, aumentando a contaminação da casca, em que se agrava sobretudo quando a coleta é tardia e a casca fica exposta durante muito tempo ao ninho (DAVIES e BRESLIN, 2004). Esse comportamento de postura, têm trazido preocupação quanto a segurança alimentar dos ovos (REIS *et al.*, 2019). De acordo com Galvão *et al.* (2016), a segurança microbiológica de ovos produzidos em sistemas de gaiolas é maior do que a de ovos produzidos por galinhas criadas em sistemas alternativos, que exigem a realização da postura em ninhos que é um local altamente contaminado principalmente pelas excretas das galinhas. Já em sistemas convencionais não há contato dos ovos com as excretas.

Segundo Smith *et al.* (2000) altas concentrações das excretas nos ninhos, além de elevar a contaminação microbiana da casca, podem aumentar também o risco de contaminação do conteúdo interno dos ovos, que é intensificada logo após a postura, quando o ovo naturalmente esfria, ocasionando a retração do seu conteúdo, propiciando a entrada de microrganismos através dos poros da casca (FRAZIER; WESHOFF, 2000). Quanto maior for o tempo de permanência dos ovos na cama de ninho, maior será a contaminação da casca e do conteúdo interno desses ovos, pois inicialmente a contaminação da casca, apresenta apenas algumas colônias de micro-organismos os quais se multiplicam dez vezes em apenas 60 minutos, elevando as chances de contaminação interna se a casca não for imediatamente desinfetada (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Dessa forma, o sistema de postura, coleta (periodicidade) e desinfecção, desempenham papel crucial na penetração da contaminação no interior dos ovos. Em sistemas com postura em ninhos com coleta manual, a recomendação de coletas deverá ser

realizada com frequência de pelo menos quatro vezes ao dia, a maior frequência de coleta tem como objetivo evitar que a poeira e outras sujidades se acumulam na superfície da casca, colaborando na redução da contaminação dos ovos.

Comparando a contaminação inicial dos ovos coletados frescos em diferentes sistemas de produção (alternativos e gaiolas), De Reu *et al.* (2006) encontraram maior contaminação, na casca de ovos produzidos em sistemas alternativos em comparação com as gaiolas convencionais, evidenciada pela elevada contagem total de bactérias aeróbicas. De forma similar Stanley *et al.* (2010) e Reis *et al.* (2019) encontraram contagens bacteriana na casca de ovos do sistema fora de gaiolas significativamente mais altas, comparado aos convencionais.

As cascas de ovos produzidos em sistema fora de gaiolas também mostraram uma maior diversidade de microrganismos. De acordo com trabalhos realizados por Hannah *et al.* (2011); Jones e Anderson (2013); Parisi *et al.* (2015); Sammiullah *et al.* (2014), que compararam a carga microbiana presentes na casca de ovos oriundos do sistema de alojamento convencional e caipira, os níveis mais altos de enterobactérias em cascas de ovos foi observado em cascas de ovos produzidos em sistema caipira.

Świerczewska *et al.* (2005) detectaram uma atividade de lisozima mais alta em ovos oriundos de sistemas alternativos em comparação aos convencionais. De acordo com esses mesmos autores, essas proteínas estão envolvidas na defesa antimicrobiana. Outro fator associado a contaminação microbiana na casca dos ovos produzidos em sistemas fora de gaiola, se refere aos elevados níveis de enterobactérias e microrganismos totais presentes na partícula de poeira do interior do galpão (HUNEAU-SALAÜN *et al.*, 2010). Segundo Zhao *et al.* (2015) a criação das aves no piso, em galpões fechados (*cage-free*), propicia elevação da carga microbiana presente no ar e conseqüentemente na casca dos ovos. Maiores teores de lisozima foram encontrados em ovos produzidos em sistemas *cage-free*, e os autores associaram esses resultados aos altos índices de contaminação observados nesses ovos (VLČKOVÁ, *et al.* (2019).

A maioria das granjas que utilizam o sistema de produção fora de gaiolas, no Brasil, utilizam ninhos de madeira com coleta manual de ovos, principalmente em razão do elevado custo dos ninhos mecânicos disponíveis no mercado e de sua menor aceitação pelas aves, elevando o número de ovos postos na cama do galpão (PILOTTO *et al.*, 2010).

Os ninhos automáticos proporcionam uma coleta mais rápida em relação aos ninhos manuais. Analisando o efeito do ninho com coleta manual versus automática na contaminação bacteriana em cascas de ovos, Rovaris *et al.* (2014) verificaram que o ninho manual propiciou maiores índices para contaminação por bactérias.

Na literatura, diversos trabalhos comparando a qualidade microbiológica dos ovos produzidos em diferentes sistemas de produção (gaiolas, caipira, *cage-free*) foram realizados. Sendo observado pelos pesquisadores, elevados valores na contagem de microrganismos totais em cascas de ovos produzidos em sistemas com postura em ninhos, comparados aos postos em gaiolas (MALLET *et al.*, 2003; De REU *et al.* 2006; STANLEY *et al.*, 2010; JONES *et al.*, 2013; JONES e ANDERSON, 2012; REIS *et al.*, 2019).

### 2.3 Preço e Aquisição de Ovos Provenientes de Sistemas Livres de Gaiolas nos Pontos de Venda

Em relação aos custos de produção, este tem sido um desafio para os produtores de ovos alternativos, pois encontravam-se entre 30% e 50% mais altos em comparação aos produzidos no sistema convencional (PASCHOALIN, 2016).

Sumner *et al.* (2011) relataram que mais de 95% dos consumidores não estavam dispostos a pagar os custos adicionais desses ovos e isso ocorria, enquanto muitos estabelecimentos e fornecedores de serviços de alimentação comprometiam-se ao longo dos anos, a fornecer ovos produzidos por galinhas poedeiras alojadas fora de gaiola.

Nos Estados Unidos, um estudo realizado por Matthews e Sumner (2015) revelou que os custos de produção nos sistemas fora de gaiolas, incidiam em pelo menos 20% maiores do que os produzidos nos sistemas de alojamento em gaiola convencionais e os preços de varejo dos ovos foram 25% mais altos. As fontes desses custos adicionais por dúzia variaram nas principais categorias, incluindo: custos de alimentação mais elevados (devido ao maior consumo de ração por galinha poedeira e menos ovos por ave alojada); maior mortalidade, o que leva especialmente a um maior custo de franga por dúzia de ovos amortizado ao longo da vida do lote; maiores custos diretos de alojamento por dúzia de ovos (porque há menos galinhas por lote e menos ovos comercializáveis ao longo da vida de cada ave no lote), maior área necessária para criação das aves e maiores custos de mão de obra por lote).

Na tentativa de justificar os preços mais altos, os supermercados que comercializam ovos produzidos em sistemas fora de gaiolas, exibem nas gôndolas de exposição desse produto, apelos mercadológicos com diversas informações, que caracterizam, associam e definem o sistema de criação, além de muitas informações que de forma geral, não garantem a qualidade total do produto, no entanto, induzem os consumidores a imaginarem que a criação de galinhas fora de gaiolas, por si só, é garantia de ovos produzidos com qualidade superior e é sabido que isso não é uma verdade absoluta.

Além dos inúmeros fatores que influenciam a qualidade dos ovos, até mesmo, algumas práticas realizadas pelos varejistas como a distribuição dos ovos nas prateleiras, temperatura do local de exposição, sua rotatividade de compra e remanejamento nas prateleiras, podem desempenhar um papel importante na qualidade dos ovos (VAN DEN BRAND *et al.*, 2004).

Patterson *et al.* (2001), perceberam que os ovos comercializados nos EUA produzidos em sistemas alternativos, permaneciam por mais tempo expostos no estabelecimento de venda em comparação com os produzidos em sistemas convencionais e que estes últimos, apresentaram valores superiores de Unidade Haugh em comparação com ovos alternativos.

Hidalgo *et al.* (2008), realizaram um estudo sobre as características de qualidade dos ovos de diferentes sistemas de produção (gaiola, *free-range*, *cage-free* e orgânico), comercializados em diferentes supermercados do norte da Itália. As análises evidenciaram em ovos orgânicos a maior capacidade de formação e estabilidade da espuma do albúmen, maior altura da câmara de ar e menor valor de unidades Haugh, indicando que estes ovos estavam com menor qualidade. Segundo a conclusão dos pesquisadores, as características de qualidade dos ovos dos diferentes sistemas de alojamento não justificam os preços mais elevados para os ovos alternativos.

Quadros *et al.* (2011) avaliando a qualidade interna de ovos produzidos em sistema de gaiolas e caipira, comercializados em diferentes tipos de comércio (supermercados, mercearias e feira livre) em Barreiras-BA, relataram valores mais elevados de Unidade Haugh nos ovos comercializados em feira livre (67,84), seguido dos supermercados (64,5)

e mercearias (51,5). Segundos os autores esses resultados mostram que os ovos comercializados em supermercados e nas feiras livres eram provavelmente mais frescos, ou seja, havia uma maior rotatividade nos estabelecimentos. Cunha *et al.* (2017) ao estudarem as características internas e externas de ovos caipiras comercializados em feiras livres da cidade de São Luís (MA), observaram uma grande variedade de peso entre eles, sendo grande parte (38,8%) com peso inferior a 44g, que segundo a legislação vigente deveriam ser destinados a industrialização. Além disso também foram encontradas cascas sujas de excretas, albúmen inconsistente e gema e descentralizada e deformada.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Caracterização do Sistema de Produção**

#### **3.1.1 Localização**

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas: na primeira, foram realizadas as análises de qualidade interna, externa, microbiológica e composição centesimal em ovos produzidos em sistema caipira e convencional. Posteriormente, foram avaliados os parâmetros de qualidade externa e interna dos ovos caipiras expostos a venda em supermercados.

#### **3.1.2 Coleta dos ovos na granja (caipira e convencional)**

A coleta dos ovos foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, composto por 2 tratamentos (ovos provenientes de sistema convencional e caipira), sendo cada ovo avaliado, utilizado como repetição, totalizando 720 ovos marrons do tipo extra.

No sistema caipira, foram coletados 360 ovos provenientes de poedeiras semipesadas, da linhagem Novogen Brown, com 42 semanas de idade, criadas em seis diferentes propriedades localizadas na Região Norte do Estado do Rio de Janeiro, sendo 60 ovos de cada propriedade. Para obter o máximo de padronização possível na coleta dos ovos, todas as propriedades abrangidas por este trabalho, alojavam aves nascidas no mesmo incubatório e foram submetidas ao mesmo manejo, estado sanitário, controle nutricional e assistência técnica.

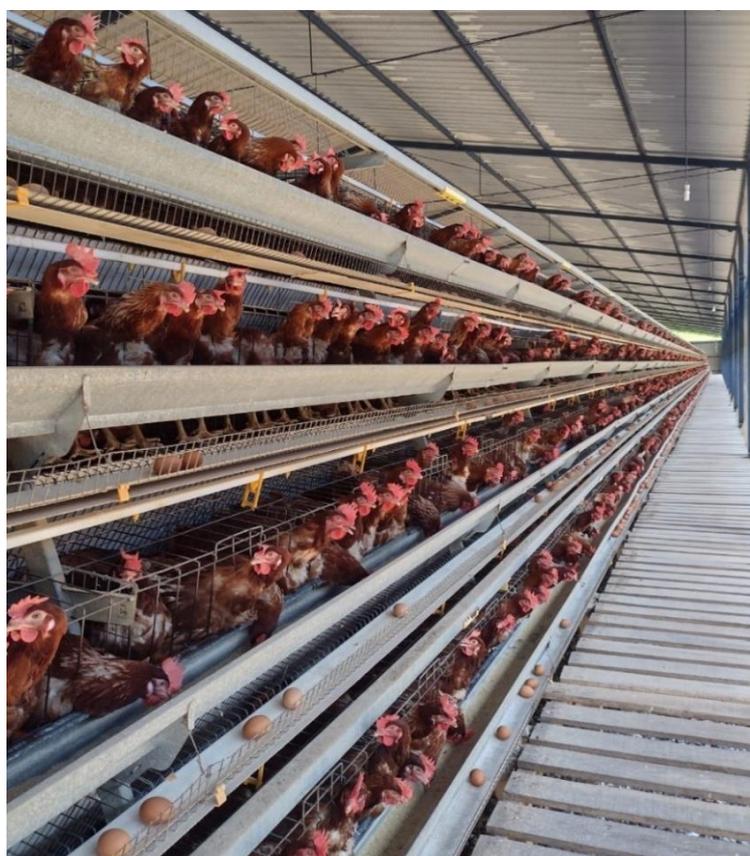
O alojamento, das aves, no sistema caracterizado como caipira consistia em galinhas criadas em galpões com densidade de 7 aves/ m<sup>2</sup> e com acesso livre a uma área de pastejo, com densidade de 2 aves/m<sup>2</sup>. O galpão (Figura 4) forrado com cama de maravalha e composto de bebedouros e comedouros manuais, ninhos de madeira com proporção de 1 boca para cada 5 aves. A coleta dos ovos era realizada manualmente, quatro vezes ao dia, sendo 3 pelo período da manhã, e 1 à tarde. No entanto, as amostras de ovos coletadas foram realizadas pela manhã, diretamente dos ninhos.

No sistema convencional, foram coletados 360 ovos produzidos na em 1 única granja comercial, localizada em Passa Quatro Minas Gerais. Esta granja alojava galinhas semipesadas da linhagem Lohmann Brown, com 42 semanas de idade, em galpões convencionais (Figura 5) dotados de baterias de gaiolas do tipo piramidal suspensa (arraçoamento, coleta de ovos automatizada), com densidade de 450 cm<sup>2</sup>/ave, bebedouros do tipo nipple e comedouros do tipo calha. A coleta dos ovos era realizada, uma vez ao dia no período da manhã e para o experimento a mesma foi efetuada de forma manual diretamente do prolongamento da gaiola.

As rações utilizadas em ambos os sistemas de produção foram formuladas a base de milho e farelo de soja, atendendo as exigências nutricionais das aves em produção.



**Figura 4.** Vista interna de um dos galpões com sistema caipira de produção (A). Preparação de piquete (B).  
FONTE: Acervo Pessoal.



**Figura 5.** Vista interna do galpão convencional com de coleta de ovos automatizada.  
FONTE: Acervo Pessoal.

Imediatamente após a coleta os ovos foram acondicionados em bandejas de papelão apropriadas com capacidade para 30 ovos cada, e encaixotados em caixas de papelão, sendo transportados em temperatura ambiente no mesmo dia até o Laboratório de Produtos de Origem Animal (LAPOA) do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, onde permaneceram sobre a bancada, até o dia seguinte, quando as análises da qualidade interna e externa, microbiológica e nutricional foram realizadas. Esta condição foi adotada para ambos os sistemas de produção.

### 3.2 Análises Laboratoriais

Os ovos coletados foram analisados quanto qualidade interna e externa, sendo avaliados os seguintes parâmetros: peso do ovo, unidade Haugh, índice de gema, porcentagens dos componentes do ovo (%), pigmentação da gema, pH da gema e do albúmen, gravidade específica e espessura da casca (mm).

Para avaliação da composição nutricional foram analisadas umidade, extrato etéreo, proteína bruta e cinzas.

A qualidade microbiológica da casca foi determinada por meio da contagem de unidades formadoras de colônias de mesófilos aeróbios/casca de ovo.

#### 3.2.1 Qualidade interna e externa dos ovos

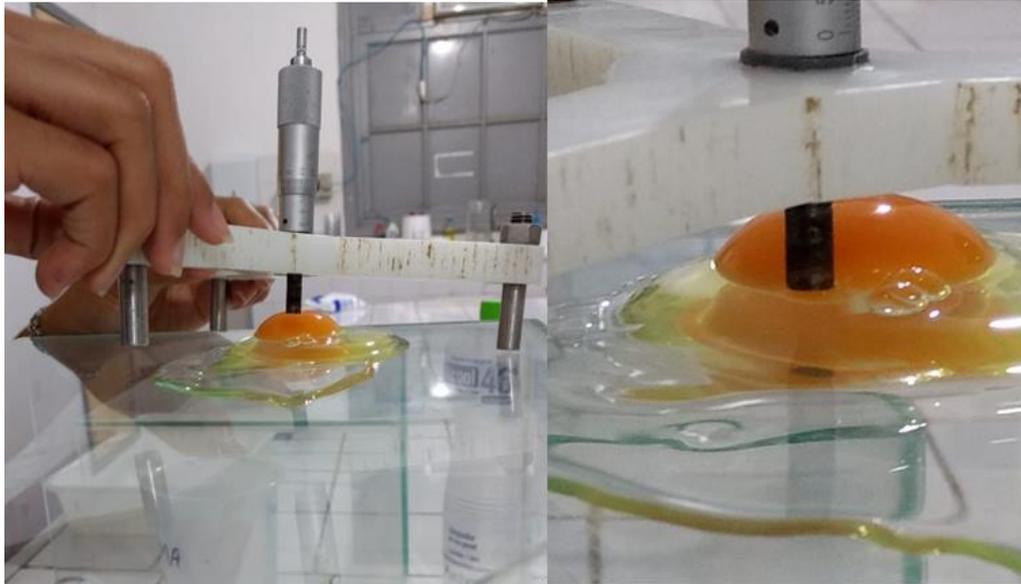
No LAPOA dos 360 ovos coletados em cada tratamento 270 ovos foram identificados e pesados individualmente em balança semi-analítica. Posteriormente, foram quebrados em superfície de vidro plana e mensurados os pesos, diâmetro e altura das suas estruturas internas. Após isso, as cascas foram lavadas e secas em estufa ventilada a 105°C por 2 horas, e depois desse procedimento, pesadas na mesma balança semi-analítica.

O restante dos ovos coletados, foram submetidos a análise de composição centesimal.

- **Peso do ovo:** o peso do ovo foi aferido antes da quebra em balança digital com precisão de 0,01 g

- **Unidade Haugh:** com o auxílio de um micrômetro tripé, foi realizada a mensuração da altura do albúmen denso (Figura 6). A unidade Haugh foi calculada através da fórmula:  $UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7W^{0,37})$ , onde H = altura do albúmen denso (mm) e W = peso do ovo (g) (HAUGH, 1937; modificada por CARD e NESHEIM, 1966).

- **Índice de gema:** o índice de gema foi calculado através da razão entre a altura e o diâmetro desta estrutura. A gema e o albúmen foram cuidadosamente separados e a altura da gema foi medida com o auxílio de um micrômetro tripé, e seu diâmetro medido com um paquímetro analógico (Figura 7).



**Figura 6.** Utilização de micrometrotripe na mensuração da altura do albumen denso.  
FONTE: Acervo Pessoal.



**Figura 7.** Mensuração do diâmetro da gema, utilizando paquímetro analógico.  
FONTE: Acervo Pessoal.

- **Coloração da gema:** Após a remoção do albúmen foi estimada a cor da gema (em todos os ovos coletados), com o auxílio do leque colorimétrico Roche<sup>®</sup>, que variou do amarelo claro ao laranja em uma escala de 1 a 15, sendo 1 referente ao amarelo mais claro e 15 ao laranja mais intenso (Figura 8).



**Figura 8.** Utilização do leque colorimétrico Roche<sup>®</sup>, para análise estimativa da coloração da gema.

FONTE: Acervo Pessoal

- **pH do albúmen e da gema:** O albúmen e a gema de cada tratamento foram separados, e homogeneizados para formação de um pool, como descrito por Rocha *et al.* (2013) e, posteriormente, foi mensurado o pH do albúmen com o auxílio de um pHmetro. A verificação do pH da gema seguiu as mesmas etapas descritas para o albúmen.
- **Porcentagem dos componentes do ovo** (casca, albúmen e gema): para obtenção das porcentagens dos componentes dos ovos, após a quebra dos ovos, as gemas foram separadas e pesadas em balança digital com precisão de 0,01 g, e as cascas lavadas para retirar os resquícios de albúmen e, secas em estufa a 105°C por 2 horas, para posterior obtenção do seu peso. Subtraindo-se o peso da gema e da casca, do peso total do ovo, obteve-se o peso do albúmen. Após esse procedimento a porcentagem dos constituintes dos ovos foi determinada subtraindo-se o peso da gema e da casca do peso total do ovo, obtendo-se o peso do albúmen. Com base no peso do ovo, obtêm-se o peso relativo de suas estruturas (albúmen, gema e casca).
- **Gravidade específica:** a gravidade específica foi determinada pelo método de flutuação em solução salina, conforme metodologia descrita por Hamiltom (1982), onde os ovos foram submersos em soluções salinas com densidades de 1,060; 1,065; 1,070; 1,075; 1,080; 1,085; 1,090; 1,095 e 1,100, preparadas com o auxílio de um densímetro de petróleo (Incoterm 5582<sup>®</sup>), colocadas em ordem crescente em recipientes identificados. A gravidade específica foi representada pela solução de menor densidade onde o ovo emergiu.
- **Determinação da espessura da casca por meio de micrometro digital:** após a secagem das cascas em estufa ventilada (105° C por 2 horas), foram retirados dois

fragmentos da região equatorial de cada ovo e medidos com micrômetro digital de pressão (marca Mitutoyo<sup>®</sup>, modelo PK-0505CPX). A espessura da casca foi determinada pela média da espessura dos dois fragmentos.

- **Resistência à quebra da casca:** para esta análise foram utilizados 30 ovos provenientes do sistema caipira de produção. A análise foi aferida em um equipamento denominado texturômetro, *Stable Micro Systems Texture Analyses* modelo TA, XT plus, conectado a um computador (para transmissão dos dados). Foi utilizada uma sonda de 36 mm de diâmetro e o equipamento foi calibrado com velocidade pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade do teste: 1,0 mm/s; velocidade pós-teste: 40,0 mm/se profundidade: 1,0 mm. Os ovos foram dispostos deitados, em um suporte adaptado para este ensaio, de modo que a sonda tocasse a região equatorial dos ovos. Um software específico foi utilizado para registrar a força necessária empregada para o rompimento total da casca dos ovos em quilograma-força (Kgf), de acordo com metodologia adaptada de Oliveira *et al.* (2014).

Somente os ovos produzidos no sistema caipira foram submetidos a essa análise, pois os que foram produzidos no sistema convencional, foram coletados em outro momento, pois a UFRRJ suspendeu as atividades acadêmicas e laboratoriais em março de 2020, para atender as recomendações do Ministério da Saúde em referência aos cuidados necessários ao agravamento da pandemia de Covid-19. Diante desse cenário, não foi possível realizar esse procedimento de análise da casca em todos os ovos envolvidos no trabalho.

### 3.2.2 Composição nutricional dos ovos

Foi realizado um pool a cada 3 ovos perfazendo 30 repetições, para isto, foram utilizados 90 ovos de cada tratamento. Após a quebra e homogeneização dos ovos (gema e albúmen), uma amostra de 25ml foi acondicionada em tubo Falcon e posteriormente congelados em ultra freezer (-70 °C), durante uma semana. Logo após esse procedimento as amostras congeladas foram liofilizadas, no Instituto de Tecnologia da UFRRJ. O processo de liofilização levou cerca de 4 dias contínuos, até que todas as amostras estivessem secas. Somente após a liofilização foram enviadas ao Laboratório de Nutrição Animal do Instituto de Zootecnia (IZ) da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios em Nova Odessa (SP), onde foram realizadas as análises de umidade, extrato etéreo, proteína bruta e matéria mineral, conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1995), e então através de cálculos foi determinada a composição centesimal das amostras.

### 3.2.3 Qualidade microbiológica da Casca

Para a análise microbiológica foram coletados separadamente, 60 ovos frescos do sistema de produção caipira e 20 ovos do sistema de produção convencional. As coletas foram realizadas no período da manhã, sendo que os ovos produzidos, no sistema caipira foram coletados diretamente dos ninhos e os ovos provenientes do sistema convencional foram obtidos da esteira coletora automática. O manuseio dos ovos durante a coleta, foi realizado com a utilização de luvas descartáveis, e imediatamente após a coleta, foram inseridos em sacos plásticos estéreis, identificados e transportados em temperatura ambiente para a UFRRJ, onde no dia seguinte foi realizada a análise no Laboratório de Microbiologia do Instituto de Tecnologia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, para determinação da qualidade microbiológica dos ovos por meios da contagem de unidades formadoras de colônias de mesófilos aeróbios/casca de ovo.

Para esta análise, cada ovo foi submetido a um esfregaço por toda a superfície da casca com swab estéril umedecido em solução salina peptonada e posteriormente foi obtido um pool de swabs a partir de cinco ovos, perfazendo quatro repetições de cada tratamento. Os swabs foram colocados juntos em um tubo contendo 10 ml de solução salina peptonada e agitados em vórtex para realização de diluições decimais subseqüentes, as quais foram semeadas em placas de ágar contendo meio de cultura para contagem de mesófilos aeróbios. As placas foram incubadas a 35°C por 48 horas. O resultado foi expresso como unidade formadora de colônia (UFC)/casca de ovo.

### **3.3 Obtenção dos Ovos em Supermercados**

Foram analisados um total de 240 ovos de galinhas semipesadas, do tipo grande, todos produzidos em sistema caipira, provenientes de quatro supermercados (Figura 9) no bairro da Barra da Tijuca (RJ).

A escolha dos supermercados foi realizada de modo, a considerar, os diferentes níveis socioeconômicos da população residente no bairro. Os supermercados selecionados, foram:

- Supermercado A – classe alta;
- Supermercado B – classe média e alta;
- Supermercado C – classe média e baixa
- Supermercado D – classe média e baixa

A aquisição dos ovos foi realizada de forma inteiramente casualizada (simulando um consumidor comum). Em cada estabelecimento foram adquiridos 60 ovos do tipo caipira, de diferentes marcas, contidos em embalagens plásticas. Os Supermercados selecionados possuíam sistema de ar-condicionado. Além disso, nos supermercados B e D a exposição dos ovos era realizada próximo a gôndolas refrigeradas. As datas de produção contidas nas embalagens dos ovos estão listadas a seguir:

- Supermercado A - produção: 28/08/2020;
- Supermercado B - produção: 26/08/2020;
- Supermercado C - produção: 25/08/2020;
- Supermercado D - produção: 03/09/2020;



**Figura 9.** Imagem geral da exposição dos ovos caipira, expostos em um dos supermercados abrangidos pelo trabalho.  
FONTE: Acervo Pessoal.

Após a aquisição, os ovos foram transportados em suas respectivas embalagens originais sob temperatura ambiente, para o Laboratório de Análise de Produtos de Origem Animal do Instituto de Zootecnia da UFRRJ, onde permaneceram sobre a bancada em temperatura ambiente e no dia seguinte foram analisados.

### **3.3.1 Avaliação da qualidade interna e externa dos ovos**

No LAPOA, os parâmetros de qualidade interna e externa dos ovos, foram mensurados seguindo a mesma metodologia descrita anteriormente, para as amostras de ovos produzidas nos sistemas convencional e caipira.

### **3.4 Análise Estatística**

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, posteriormente, os efeitos do tratamento nos parâmetros de qualidade dos ovos foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias.

Os dados obtidos das contagens de mesófilos aeróbios positivos foram expressos em log unidade formadora de colônia/casca de ovo previamente e após, submetidos a mesma análise de variância. Posteriormente, no caso de efeito significativo foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Esses procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do Programa SISVAR®.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Qualidade dos Ovos na Granja (Convencional e Caipira)

#### 4.1.1 Qualidade externa

Os resultados referentes à qualidade externa dos ovos, de poedeiras semipesadas, alojadas em sistema produção caipira e convencional, estão descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Parâmetros da qualidade externa de ovos produzidos em sistema caipira e convencional.

Parâmetros	Sistema de Produção		P-valor	CV(%)
	Convencional	Caipira		
Peso do ovo (g)	60,77 a	60,17 a	NS	7,88
Porcentagem Casca (%)	9,74 a	9,76 a	NS	8,27
Espessura da casca (mm)	0,406 b	0,443 a	<0,001	5,90
Gravidade específicaE	1,092 a	1,091 a	NS	0,51

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

O peso dos ovos não foi afetado ( $p > 0,05$ ) pelo sistema de produção. Na avaliação, os ovos apresentaram valores médios de 60,17g (caipira) e 60,77g (gaiola). Os valores de peso observados nesse trabalho, encontram-se dentro da classificação de ovos “extra”, com peso entre 60g e 65g por unidade (BRASIL, 2003). Saccomani *et al.* (2019), observaram em ovos postos em gaiolas, pesos superiores aos produzidos no sistema caipira. Entretanto, Samiullah, *et al.* (2017); Chen *et al.* (2018) e Popova *et al.* (2020), constataram que o peso dos ovos produzidos por poedeiras criadas em sistema *free-range* foi significativamente superior ao peso dos ovos de postos em gaiolas. A porcentagem de casca não diferiu entre os sistemas de produção ( $p > 0,05$ ). De forma similar, Lordelo *et al.* (2017) não observaram diferença significativa para esse parâmetro em ovos produzidos em sistemas *free-range* e convencional. Discordando desse resultado, Tizo *et al.* (2015), verificaram maior porcentagem de casca, em ovos produzidos em gaiolas, se comparados aos produzidos no sistema caipira. Este resultado pode ser explicado pela idade das aves, que foi a mesma (42 semanas) e adequada nutrição. A porcentagem de casca representa cerca de 10% do peso do ovo inteiro (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

O parâmetro de espessura da casca, apresentou valores significativamente maiores ( $p < 0,005$ ) em ovos produzidos no sistema caipira (0,443mm) em comparação com os produzidos em gaiolas (0,406mm). Os valores se apresentaram acima de 0,33mm, que é um indicativo de boa qualidade da casca (NYS *et al.*, 1999; HINCKE *et al.*, 2012). Os resultados encontrados nesse estudo foram semelhantes aos observados por Mugnai *et al.* (2009); Küçükyılmaz *et al.* (2012); Galvão *et al.* (2017), que observaram cascas mais espessas em ovos produzidos em sistema caipira, comparados aos ovos convencionais. Oliveira *et al.* (2009) reportaram que a espessura da casca de ovos produzidos em sistemas de criação

caipira pode ser favorecida pelo maior aporte de cálcio em decorrência do comportamento da ave de ciscar e ingerir pedriscos que é comum nesse tipo de sistema. Além disso, o exercício físico realizado pela ave durante o pastejo, estimula a mobilização de nutrientes e energia para o desenvolvimento dos tecidos musculares e ósseos, requisitando assim, menor mobilização mineral para a produção de tecido ósseo, favorecendo maior disponibilidade, para a formação da casca (RIZZI *et al.*, 2006).

A gravidade específica também não foi afetada pelo sistema de produção, os valores médios observados foram de 1,092 em ovos produzidos em sistema convencional, e 1,091 no sistema caipira. Os valores superiores a 1,080, são indicativos de excelente qualidade da casca do ovo segundo Peebles e McDaniel (2004). Em seu estudo avaliando as características físicas de ovos produzidos em sistema caipira e convencional Galvão *et al.* (2017), observaram maior valor médio de gravidade específica 1,095 em ovos do sistema convencional, sendo que no sistema caipira este parâmetro foi de 1,090. Em divergência, Sacomanni *et al.* (2019), relataram o valor médio de 1,072 na gravidade específica de ovos produzidos em sistema caipira.

#### **4.1.2 Resistência à quebra da casca dos ovos caipira**

O índice de resistência à quebra das cascas, em ovos produzidos no sistema caipira apresentou valor de 4,60 Kgf (45,09N). Valores acima de 4 kgf se encontram dentro dos padrões esperados para que a casca seja considerada resistente (MAIA *et al.*, 2014).

Os valores observados nesse estudo são superiores aos descritos por Samiullah *et al.* (2014), que relataram valor de 4,36 Kgf, em ovos produzidos em sistema *free-range*, e menores que Galvão *et al.*, (2017), que descreveram valores médios de 4,75 Kgf. Valores inferiores ao limiar de boa resistência da casca foram observados por Küçükylmaz *et al.* (2012), (3,72 Kgf), e Yenice *et al.* (2016) que relataram valores de 2,85 Kgf para este índice em ovos produzidos em sistemas *free-range*.

O alto índice de resistência à quebra acompanhou os altos valores de espessura da casca, assim como era esperado. A qualidade de casca, tem sido descrita como melhor em ovos produzidos por aves criadas no sistema *free-range*. Nesse sistema, enquanto as aves se deslocam pelos piquetes, estimulam o desenvolvimento dos tecidos musculares e ósseos, como já descritos anteriormente. A atividade física realizadas pelas poedeiras eleva a força muscular exercida sobre os ossos, ocasionando aumento da formação, manutenção e da massa óssea (OCARINO, 2006). Além disso a atividade física, aumenta a exposição aos raios solares, favorecendo, portanto, o aporte de vitamina D (RIZZI *et al.*, 2006), cuja maior função é a homeostase do cálcio e do fósforo, e a estimulação da reabsorção destes minerais nos ossos e sua absorção a nível intestinal.

### 4.1.3 Qualidade interna

Na Tabela 2 estão apresentados os valores de qualidade interna dos ovos, de poedeiras semipesadas, criadas em sistema de produção convencional e caipira.

**Tabela 2.** Parâmetros da qualidade interna de ovos produzidos em sistema convencional e caipira.

Parâmetros	Sistemas de Produção		P-valor	CV(%)
	Convencional	Caipira		
Cor de gema	7,34 b	11,37 a	<0,001	22,01
Índice Gema	0,44 b	0,50 a	<0,001	9,99
Unid. Haugh	104,342 a	96.358 b	<0,001	10,62
Porcentagem Gema (%)	25,31 b	25,96 a	0,013	8,37
Porcentagem Albúmen (%)	64,95 a	64,28 b	0,014	3,45
pH albúmen	8,69 b	8,73 a	<0,001	1,14
pH gema	6,26 a	6,15 b	<0,001	2,15

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

A coloração da gema, foi marcadamente mais intensa em ovos postos por galinhas criadas em sistema caipira (11,37), em comparação com o sistema convencional (7,34). Segundo Nys e Guyot (2011), o padrão esperado para o sistema de produção caipira, está entre 9 e 14 na escala do leque colorimétrico, vários autores relataram gemas com cores mais escuras em ovos provenientes do sistema acesso a áreas de pastejo (VAN DEN BRAND *et al.*, 2004; MUGNAI *et al.*, 2009; LEWKO e GORNOWICZ, 2011). Os teores de pigmentantes (xantofilas e carotenos) presentes na alimentação da ave provocam variações na intensidade de pigmentação das gemas. Essa intensidade de pigmentação, é um importante critério de escolha para muitos consumidores pois associam uma coloração mais escura com um produto mais saudável e saboroso (MATT *et al.*, 2011) O sistema caipira, permite que a ave incorpore em sua dieta variadas fontes de carotenoides como gramíneas, sementes e insetos (CASTELLINI *et al.*, 2006). Damaziak *et al.*, (2018) postularam que as altas concentrações de carotenoides e vitamina E, presentes nas gemas de ovos postos em sistemas *free-range* aumentam a resistência e força da membrana vitelina por serem antioxidantes naturais. Embora não tenha sido avaliada a concentração de carotenóides nem de vitamina E nas gemas, a intensidade de pigmentação das gemas dos ovos produzidos no sistema caipira, avaliados nesse estudo, foi marcadamente mais intensa nesses ovos (Tabela 2), em comparação com os ovos do sistema convencional de gaiolas o que pode ter contribuído para esse resultado.

Em relação ao índice de gema, valores mais altos foram observados em ovos provenientes do sistema caipira (0,50), comparados com os convencionais (0,44). Como descrevem Oliveira e Oliveira (2013), os valores esperados para este índice em ovos frescos variam de 0,39 a 0,45. Tiso *et al.* (2015), também observaram valores superiores para o índice de gema em ovos produzidos em sistema caipira(0,46), em relação aos convencionais

(0,42). Em contrapartida, Tumová *et al.* (2011), enunciaram índices de gemas mais elevados em ovos de poedeiras alojadas em gaiolas, em relação aos *free-range*.

O maior valor médio para Unidade Haugh, foi observado em ovos postos em gaiolas (104,342) em comparação ao caipira (96,358). Ovos com valores de UH superior a 72 são classificados como excelente AA (USDA, 2007). De forma semelhante, Ahammed *et al.* (2014), observaram valores superiores de UH (102,2) em ovos produzidos em gaiolas, comparados aos ovos *free-range* (96,4). Em discordância, Samiullah *et al.* (2017), descreveram maior valor de unidade Haugh em ovos do sistema *free-range* (85,56), em comparação com os convencionais.

As porcentagens de gema e albúmen foram influenciadas pelo sistema de produção ( $p < 0,05$ ), de modo que as galinhas criadas no sistema caipira, produziram ovos com maior porcentagem de gema (25,96%) e menor porcentagem de albúmen (64,28), quando comparadas ao sistema de gaiolas (25,31% de gemas; 64,95% de albúmen). O ovo possui cerca de 56 a 63% de albúmen e de 24 a 30% de gema em relação ao seu peso (DOMINGUEZ e FARIA, 2019)

Kucukyilmaz *et al.* (2012) encontraram uma proporção maior de gema (27,29%) em ovos produzidos em sistemas *free-range* em comparação com os de aves alojadas em gaiolas (26,73%), enquanto a porcentagem de albúmen foi menor em ovos do sistema *free-range* (62,56%) em relação aos convencionais (63,39%). No entanto, Lewko e Gornowicz (2011), observaram maior porcentagem de gema (29,89%) em ovos convencionais, comparados aos *free-range*. Krawczyk (2009); Lordelo *et al.* (2017), avaliando ovos de galinhas criadas em diferentes sistemas de produção, observaram em ovos *free-range* maior porcentagem de albúmen e menor porcentagem de gema em relação ao ovo inteiro. Os resultados observados podem estar relacionados a um menor requerimento de energia e nutrientes para manutenção das aves alojadas em gaiolas em relação ao sistema caipira, sendo assim direcionados para a incorporação de proteína e formação de albúmen dos ovos (Küçükyılmaz *et al.*, 2012).

Os valores de pH do albúmen e da gema nos ovos avaliados foram influenciados pelo sistema de produção. Os ovos produzidos no sistema caipira apresentaram maior valor para pH do albúmen (8,73), enquanto os ovos convencionais apresentaram maior valor no pH da gema (6,26). No ovo recém posto, o pH do albúmen pode variar de 7,6 até 8,5 podendo alcançar até 9,7 durante o período de estocagem (Oliveira & Oliveira, 2013). O pH da gema sofre menos alterações, variando de 6,0 em ovos recém postos à 7,0 durante o armazenamento. As variações nos valores de pH do albúmen e gema, ocorrem devido as contínuas alterações físico-químicas do albúmen e gema que acontecem ao longo do tempo (PIRES *et al.*, 2020).

#### 4.1.4 Qualidade microbiológica da casca

Os resultados referentes à contagem de mesófilos aeróbios que determinou à qualidade microbiológica dos ovos produzidos em sistema convencional e caipira estão dispostos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Contagem de mesófilos aeróbios (expressos em log UFC/casca) em ovos de galinhas semipesadas criadas em sistema caipira e convencional.

Parâmetro	Sistema de Produção	
	Convencional	Caipira
Contagem de mesófilos aeróbios (log UFC/casca)	3,952a	> 6,280b
CV (%)	1,15	3,11

Médias seguidas por letras diferentes nas linhas, diferem estatisticamente ( $p < 0.05$ ) pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação

A contaminação microbiológica de mesófilos aeróbios presente nas cascas dos ovos, mensurados pela contagem de Unidades Formadoras de Colônias (UFC), foi significativamente ( $p < 0,05$ ) maior nos ovos produzidos no sistema caipira, em comparação aos produzidos sistema convencional. A contagem de bactérias aeróbias em cascas de ovos, postos em sistemas de produção livre de gaiolas é geralmente maior em relação aos ovos de produzidos em gaiolas convencionais (BARBOSA FILHO *et al.*, 2006; DE RUE *et al.*, 2008; HANNAH *et al.*, 2011; GALVÃO, 2013; REIS *et al.*, 2019).

A postura em ninhos, característica dos sistemas livres de gaiolas, justifica esses resultados, pois os ovos permanecem por maior tempo em contato com a cama do ninho já previamente contaminada com as excretas das aves. Quando as aves são criadas em gaiolas, os ovos postos no fundo delas conseguem rolar até o prolongamento da gaiola, escapando do contato com as excretas da ave e mantendo suas cascas com menores níveis de contaminação. Além disso, nas gaiolas automatizadas que foi o modelo de sistema onde os ovos convencionais foram coletados, não há contato humano com os ovos para a coleta. De acordo com Frazier e Weshoff (2000), inicialmente a quantidade de microrganismos presentes nas cascas é pequena, porém aumenta progressivamente enquanto os ovos são mantidos nos ninhos contaminados, condição essa, que pode favorecer a penetração microbiana, que alcança via poros da casca, o conteúdo interno dos ovos, que por ser uma proteína de excelente qualidade é um dos melhores meios de cultura para fungos e bactérias.

#### 4.1.5 Composição nutricional

A composição nutricional das amostras foi calculada com base na matéria seca. Os resultados estão dispostos na tabela 4.

**Tabela 4.** Valores médios percentuais (calculados com base na matéria seca) de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM).

Sistema de Produção	Composição nutricional		
	PB	EE	MM
Convencional	51,99b	31,52b	4,19
Caipira	53,53a	32,91a	3,96
p-valor	0,008	0,020	NS
CV (%)	2,83	4,56	15,97

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ) pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação

Houve influência do sistema de produção ( $p < 0,05$ ) nos teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), não havendo diferença significativa ( $p > 0,05$ ) para a matéria mineral (MM).

Os ovos produzidos no sistema de produção caipira evidenciaram os maiores teores de PB (53,53) e EE (32,91), em relação aos ovos convencionais (PB 51,99; EE 31,52). De acordo com USDA (2007), são esperados valores de 57,65 para a PB e 39,87 para EE (cálculo com base na matéria seca), para ovos crus frescos. Mizumoto *et al.* (2008), também verificaram maior teor de PB em ovos caipira em comparação com os produzidos em gaiolas. enquanto o teor de extrato etéreo foi mais elevado em ovos convencionais. Tizo *et al.* (2015), não observaram influência do sistema de produção quanto aos teores de nutrientes dos ovos postos em gaiolas e em sistema caipira. Contudo, Saccomani *et al.* (2019) relataram maior teor de proteína bruta em ovos convencionais, comparados aos do sistema caipira.

O fato das aves estarem alojadas em gaiolas pode se constituir em um estresse, em situações como sustos e ruídos, que podem provocar aglomeração de uma ave sobre a outra, na tentativa de fuga, (REIS *et al.*, 2019). Barbosa Filho *et al.* (2006) citaram que, em situações de estresse, o sistema de gaiola pode comprometer a incorporação de proteínas durante o processo de formação dos ovos no oviduto. Outro fato a se ponderar é que em sistema caipira as aves tendem a consumir mais ração em comparação a galinhas criadas em gaiolas, na tentativa de suprir sua maior exigência nutricional e seus gastos energéticos (CASTELLINI *et al.*, 2004).

Em relação as concentrações de EE as galinhas criadas no sistema caipira produziam ovos com maior quantidade (32,9), em relação aos ovos do sistema convencional (31,52). Diferente do presente estudo, Saccomani *et al.* (2019), observaram maior concentração de EE em ovos produzidos em gaiolas, quando comparado ao caipira. Segundo os autores esse resultado se justifica pela maior ingestão de fibra pela ave criada em sistema caipira durante o pastejo. A fibra possui a propriedade de carregar parte dos lipídios presentes no lúmen intestinal, assim como a celulose, presente na mesma, que pode se complexar com os lipídios formando complexos insolúveis, que são eliminados pela ave juntamente com as

excretas (GÜÇLÜ *et al.*, 2004; SACCOMANI *et al.* (2019)). Um fator que pode ter contribuído para o resultado observado, se refere ao maior percentual de gema observado em ovos caipira (Tabela 2), que é constituída principalmente por lípidos (gorduras). Além disso, a análise de extrato etéreo utilizada nesse trabalho quantifica toda fração de gordura bruta que é insolúvel em água, incluindo substâncias lipossolúveis, como os carotenoides, que é mais abundante nesses ovos. De acordo com Sarcinelli *et al.* (2007) os teores de proteína e extrato etéreo dos ovos é altamente influenciado pela dieta da galinha.

A Matéria Mineral dos ovos avaliados neste trabalho não foi influenciada pelo sistema de produção ( $p > 0.05$ ), os valores observados foram 4,19 em ovos convencionais e 3,96 em ovos caipira. De forma semelhante, Santos *et al.* (2011) e Saccomani *et al.* (2020), também não observaram diferenças significativas entre ovos produzido em sistemas convencionais e livres de gaiolas, para o teor da matéria mineral nos ovos.

No presente estudo, esse resultado surpreendeu, já que eram esperados maiores teores de minerais nos ovos caipira, pois de acordo com PINTO *et al.* (2019), galinhas criadas em sistemas de produção fora de gaiolas possuem maior metabolismo ósseo, em virtude dos exercícios físicos realizados (pastejar, bater asas, subir nos ninhos), que estimulam a osteogênese e esse comportamento propicia uma menor requisição e mobilização mineral para a produção de tecido ósseo, o que favorece maior disponibilidade mineral para os constituintes dos ovos.

## 4.2 Qualidade dos Ovos Adquiridos em Supermercados

### 4.2.1 Qualidade externa

A tabela 5 é referente aos valores de qualidade externa dos ovos produzidos em sistema caipira, adquiridos em supermercados localizados no bairro da Barra da Tijuca (RJ).

**Tabela 5.** Parâmetros de qualidade externa de ovos caipira adquiridos em supermercados.

Parâmetros	Supermercados				P-valor	CV(%)
	A	B	C	D		
Peso do ovo (g)	59,34	61,47	59,86	60,42	NS	6,47
Porcentagem casca (%)	10,06	9,99	9,83	9,95	NS	6,67
Espessura da casca (mm)	0,432a	0,434a	0,410b	0,424 a	<0,001	5,39
Gravidade específica	1,086b	1,089a	1,080c	1,084b	<0,001	0,55

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem de si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na qualidade externa dos ovos avaliados, em relação aos seguintes parâmetros: espessura da casca e gravidade específica.

O peso dos ovos apresentou valores médios, variando de 59,34 a 61,47 gramas. Estes valores estão de acordo com o padrão para a ovos grandes, com peso mínimo de 55g, conforme estabelecido pela legislação brasileira (MAPA, 2003).

Os ovos avaliados, apresentaram valores médios de espessura da casca superiores a 0,33mm, sendo um indicativo de boa qualidade (LEMOS *et al.*, 2015). Hidalgo *et al.* (2008) em seu estudo da qualidade de ovos produzidos em diferentes sistemas, adquiridos em mercados no norte da Itália, reportaram valores médios de 0,50 (mm) em cascas de ovos *free-range*.

A gravidade específica demonstrou valores entre 1,080 e 1,089. De acordo com Silva (2004), a densidade dos ovos não deve ser inferior a 1,080. Saccomani *et al.* (2019), observaram redução linear na gravidade específica à medida que se aumentou o tempo de estocagem, sendo essa queda mais acentuada nos ovos armazenados em temperatura ambiente. Segundo os pesquisadores, durante o tempo de estocagem piora a GE. De acordo com Sarcinelli *et al.* (2007); Santos *et al.* (2009) a densidade total do ovo fresco é maior do que a do ovo mais velho, porque ele, contém maior volume ocupado por gás que reduz consideravelmente a densidade total.

#### 4.2.2 Qualidade interna

A tabela 6 é referente aos valores de qualidade interna dos ovos produzidos em sistema caipira, adquiridos em supermercados localizados no bairro da Barra da Tijuca (RJ).

**Tabela 6.** Parâmetros de qualidade interna de ovos caipira adquiridos em supermercados.

Parâmetros	Supermercados				P-valor	CV (%)
	A	B	C	D		
Cor da gema	8,81 c	10,80 b	11,37a	7,39 d	<0,001	10,19
Índice Gema	0,41 a	0,36 b	0,32 c	0,39 a	<0,001	1,21
Unidade Haugh	73,59 ab	77,83a	66,78c	72,16b	<0,001	3,02
Porcentagem Gema (%)	27,79c	28,92b	30,27a	27,27c	<0,001	8,17
Porcentagem Albúmen (%)	62,03a	60,19b	60,07b	62,79a	<0,001	4,19
pH albúmen	9,32 b	9,41a	9,38a	9,21 c	<0,001	1,51
pH gema	6,66 a	6,34 c	6,51 b	6,35 c	<0,001	4,09

Médias seguidas por letras iguais nas linhas, não diferem de si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. CV = coeficiente de variação.

Foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) na qualidade interna dos ovos caipira, adquiridos nos mercados, em relação aos seguintes parâmetros: cor da gema, índice de gema, Unidade Haugh, porcentagem de gema, porcentagem do albúmen, pH da gema e do albúmen.

Para a intensidade de pigmentação da gema, foram observados os seguintes valores médios na escala no leque colorimétrico 7,39; 8,81; 10,80 e 11,37. A literatura tem relatado gemas de ovos produzidos em sistema caipira com escore entre 9 e 14 no leque colorimétrico

(VAN DEN BRAND *et al.*, 2004; MUGNAI *et al.*, 2009; GUYOT, 2011).

Os ovos comercializados nos supermercados A e D apresentaram valores de coloração da gema inferiores (Tabela 6), aos recomendados para este tipo de ovos. A coloração acentuada na gema de ovos produzidos em sistemas livre de gaiolas, é uma característica marcante e nesses ovos, fato já esperado, uma vez que as aves produzidas soltas, podem ter acesso a uma grande variedade de alimentos com características pigmentantes tais como pastagem Coast Cross, Rami, caldo de cana, brotos de milho e girassol (GALOBART *et al.* 2004; MUGNAI *et al.*, 2009; NYS; GUYOT 2011). Algum fator talvez relacionado com o tipo de alimentação das aves possa ter influenciado essa baixa pigmentação da gema, ou até mesmo o armazenamento. Em seu estudo Santos *et al.* (2009), observaram em ovos comerciais a diminuição linear da tonalidade das gemas passando de 9,30 para 8,50 no leque colorimétrico, com 21 dias de armazenamento. Silva Filho *et al.* (2015), avaliando qualidade de ovos convencionais e alternativos comercializados na região de Seropédica (RJ) observaram em 56,9% dos ovos alternativos e 100% dos ovos convencionais, analisados apresentaram valores de coloração de gema entre 5 e 7 no leque colorimétrico. A coloração da gema pode sofrer alterações durante o período de estocagem, embora a cor seja influenciada pela dieta fornecida para a ave, os carotenoides podem ser degradados pelo processo oxidativo, mudando de pigmentação durante o armazenamento (CANER, 2005).

Em relação ao índice de gema os valores mais baixos foram observados nos ovos provenientes dos mercados B (0,36) e C (0,32). Segundo Oliveira e Oliveira (2013), valores de índice de gema inferiores a 0,39 representam comprometimento da qualidade. O tempo de estocagem, a temperatura e umidade em que os ovos são submetidos afetam esse parâmetro (LANA *et al.* (2017). Com o passar do tempo, a água do albúmen migra para gema, fazendo com que essa estrutura alongue e se achate, resultando em estiramento e maior fragilidade da membrana vitelina (SUCKEVERIS *et al.*, 2015). Os ovos que demonstraram valores inferiores ao padrão para esse parâmetro se encontravam expostos a venda por mais tempo (18 dias) em comparação aos demais. É importante considerar que esses ovos alternativos independente da categoria, chegam aos consumidores com elevados preços, em comparação aos ovos convencionais, sem considerar que a quantidade de ovos contidos nas embalagens também é reduzida, pois enquanto os ovos convencionais são ofertados em embalagens de 12 ovos, os alternativos estão disponíveis em embalagens de dez ovos. Esses dois quesitos, contribuem para um maior tempo de prateleira, em condições de temperatura e umidade que as vezes não são favoráveis. Santos *et al.* (2011), verificaram em ovos caipiras comercializados em Rio Verde (Goiás), índice de gema com valor de 0,39. Silva Filho *et al.* (2015), reportaram valores de 0,30 para este parametro em 54,9% dos ovos caipira comercializados no município de Seropédica.

As médias dos valores da Unidade Haugh, diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ), sendo o menor valor observado em ovos comercializados pelo supermercado C (UH de 66,78). Para ovos com boa qualidade, a Unidade Haugh deve ser superior a 72, intermediária para valores entre 60 e 72 e de baixa qualidade para valores abaixo de 60 (USDA, 2006). Nenhum dos mercados avaliados apresentaram valores altos para esse parâmetro o qual é o mais indicado para avaliação da qualidade dos ovos.

A redução nos valores da Unidade Haugh representa declínio na qualidade do ovo, isso ocorre em decorrência da liquefação do albúmen, reduzindo a altura do albúmen denso, uma das variáveis utilizadas para cálculo da UH (GIAMPIETRO-GANECO *et al.*, 2015). Esse processo de perda de qualidade é completamente dependente do período e da temperatura de armazenamento em que os ovos são submetidos (SACOMANNI *et al.*, 2019). Patterson *et al.* (2001), descreveram valores na Unidade Haugh (UH) de 63,8 em

ovos do tipo *free-range* comercializados nos EUA. Valores ainda mais baixos na UH (55,4) foram encontrados por Lordelo *et al.* (2017), em ovos do tipo *free-range* comercializados em Portugal. O supermercado C expunha a venda os ovos mais velhos, (18 dias), em relação aos demais estabelecimentos e por ser um mercado frequentado por maioria de consumidores de menor poder aquisitivo, por ser considerado um mercado popular, possivelmente, por ter preço mais elevado, esse tipo de ovo, demorou mais pra ser vendido e por esse motivos, pode ter tido sua qualidade interna prejudicada.

Em relação às porcentagens da gema e do albúmen foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,005$ ) nos ovos avaliados. As menores porcentagens de albúmen foram observadas nos mercados C (60,07) e B (60,17%). Os maiores valores para porcentagem de gema foram observados nos mercados C (30,27) e B (28,92). Os valores esperados para este índice em ovos frescos oscilam entre 56% e 63% para albúmen e de 24 a 30% para a gema (DOMINGUES e FARIAS, 2019). Brito (2017) avaliando a qualidade dos ovos comercializados na cidade de Boa Vista (Roraima), descreveu o aumento nas proporções de gema e diminuição do albúmen com o aumento do tempo de armazenamento dos ovos. O resultado observado se justifica, pois conforme já discutido nesse, estes ovos eram mais velhos em relação aos outros mercados avaliados. Conforme aumenta o tempo de armazenamento, ocorre o aumento nos valores da porcentagem da gema, sendo que o contrário ocorre com a porcentagem de albúmen, onde os valores diminuem com o passar do tempo. À medida que o ovo envelhece, o albúmen vai perdendo sua consistência, se tornando líquido e atravessa a membrana vitelínica por osmose e fica retido na gema. O excesso de água na gema determina o aumento de seu volume, e redução na água no albúmen em períodos prolongados de estocagem (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Foram observados os seguintes valores de pH nas gemas dos ovos avaliados. 6,34; 6,35; 6,51 e 6,66. O pH de gemas frescas é geralmente cerca de 6,0 podendo atingir 6,9 durante o armazenamento (DOMINGUES e FARIAS, 2019). Os melhores valores para este índice foram observados nos supermercados B e D (Tabela 6). Contudo, todos os supermercados avaliados apresentaram valores de pH em gemas superiores à 6,0. Esse aumento no pH das gemas, ocorre devido a migração de íons alcalinos (sódio, potássio e magnésio) do albúmen para a gema durante o período de armazenamento (SHANG *et al.*, 2004). A qualidade da gema é pouco alterada até o sétimo dia após a postura, independentemente do ambiente de armazenamento, (SACCOMANI *et al.*, 2019). Em seu estudo Saccomani *et al.* (2019), descreveram gemas com pH 6,35 em ovos *free-range* armazenados por 28 dias em temperatura ambiente. Arruda *et al.* (2019), verificaram gemas com pH 6,7 em ovos caipira, mantidos por 14 dias sob temperatura ambiente.

Os valores de pH no albúmen dos ovos avaliados variaram de 9,21 a 9,41. Em ovos frescos, o pH do albúmen varia em torno de 7,7, aumentando de acordo com o período de armazenamento e podendo chegar a 9,9 quando estocados (DOMINGUES e FARIAS, 2019). Todos os supermercados avaliados apresentaram elevados valores para este índice, sendo os maiores valores observados nos estabelecimentos C (9,38) e B (9,41). Lordelo *et al.* (2017), avaliaram a qualidade dos ovos de diferentes sistemas e produção comercializados em Portugal, segundo os pesquisadores, todos os ovos avaliados, independente do sistema de produção, apresentaram valores de pH do albúmen superior a 9,0.

Nesse trabalho foram observados os efeitos do armazenamento prolongado nos ovos comercializados no supermercado C e B, sendo observado nesses ovos elevados valores no pH do albúmen e menores valores de Unidade Haugh. Esse ocorrido está relacionado a dissociação do ácido carbônico presente no albúmen formando água e gás carbônico que são liberados para o meio externo provocando dessa maneira um aumento do pH, e

transformando o albúmen denso em líquido, interferindo na qualidade do ovo, acarretando também na diminuição dos valores da unidade Haugh (ORDÓNEZ, 2005).

## 5 CONCLUSÕES

A qualidade dos ovos produzidos nos sistemas caipira e convencional se manteve dentro dos padrões exigidos para consumo, e demonstrando uma tendência de melhores índices para ovos caipira, no entanto, provavelmente influenciada por fatores não controlados nesse estudo. Excederam o padrão, os índices de espessura da casca e resistência a quebra que foram maiores, em ovos produzidos em sistema caipira, evidenciando as vantagens do pastejo das aves, para a melhoria da qualidade da casca, melhoria essa, que representa uma enorme importância para esse tipo de ovo pois também apresentaram pior contaminação microbiana das suas cascas em comparação com os que foram produzidos em gaiolas.

A exposição a venda dos ovos caipira em supermercados do Rio de Janeiro, avaliados nesse estudo, demonstrou baixos índices de qualidade interna ou bem próximos ao limite inferior preconizado para ovos de mesa, provavelmente em função de um maior tempo de prateleira já que são mais caros e/ou por serem mantidos nos mercados, sem condições adequadas de refrigeração indicando a necessidade de adequação das condições de armazenamento deste tipo de produto nos pontos de venda.

Portanto em virtude da tendência mundial no aumento da produção de ovos livres de gaiola, mais pesquisas envolvendo a qualidade desses ovos, devem ser realizadas no intuito de justificar a produtores e consumidores que o alto custo desse produto, pode ser compensado pela sua alta qualidade e não apenas pelo tipo de sistema em as aves são produzidas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. Avicultura: Produção, classificação e identificação do ovo caipira, colonial ou capoeira. Rio de Janeiro, RJ: ABNT NBR 16437, 2016

ACKER, L.; TERNES, W. Chemische Zusammensetzung deseies. Ei und Eiprodukte, p. 90-196, W. Ternes, L. Acker e S. Scholtyssek, Editores, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburgo, 1994.

AHAMMED, M. *et al.* Comparison of aviary, barn and conventional cage raising of chickens on laying performance and egg quality. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 27, n. 8, p. 1196, 2014.

AKYUREK, H. *et al.* Efeito do tempo de armazenamento, temperatura e idade da galinha na qualidade dos ovos em poedeiras caipiras. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, n. 10, pág. 1953-1958, 2009.

AL-AJEELI, M. N. *et al.* Evaluation of the performance of Hy-Line Brown laying hens fed soybean or soybean-free diets using cage or free-range rearing systems. **Poultry Science**, v. 97, n. 3, p. 812-819, 2018.

ALBINO, L. F. T.; *et al.* **Galinhas poedeiras: Criação e alimentação**. Aprenda Fácil, Viçosa (MG), edição 1,2014, reimpressão 2017, p.376

AMARAL, Gisele Ferreira *et al.* Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES. 2016.

ANDERSON, K. E. Comparison of fatty acid, cholesterol, and vitamin A and E composition in eggs from hens housed in conventional cage and range production facilities. **Poultry Science**, v. 90, n. 7, p. 1600-1608, 2011.

AOAC (USA): Official's methods of analysis. **Association of Official Analytical Chemists**, Arlington, USA. 15th ed. p. 881-882, 1990.

APPLEBY, M. C. Factors affecting floor laying by domestic hens: a review. **World's Poultry Science Journal**, v.40, p.241-249, 1984.

APPLEBY, M. C. The European Union ban on conventional cages for laying hens: history and prospects. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v.6, n.2, p.103- 121, 2003.

ARAGON-ALEGRO, L. C. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica de ovo integral pasteurizado produzido com e sem a etapa de lavagem no processamento. **Food Science and Technology**, v. 25, n. 3, p. 618-622, 2005.

ARAÚJO, W. A. G.; ALBINO, L. F. T. **Incubação Comercial**. Transworld Research Network, p. 105-138, 2011.

ARRUDA, Marthynna Diniz *et al.* Avaliação da qualidade de ovos armazenados em diferentes temperaturas. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 7681, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. Relatório Anual - 2021. Disponível em: [http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf). Acesso: 21 mai. 2021.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; COELHO, A.A.D. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. *Rev. Bras. Cienc. Avic.*, v.8, p.23-28, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Resolução Conjunta DIPOA – SDA – MAPA nº 01, de 09-01- 2003. Diário Oficial da União, Brasília, 10 jan. 2003.

BRITES, A. *et al.* **Manual de Conservação e Transformação de Produtos de Origem animal**. Ministério da agricultura, do desenvolvimento Rural e das Pescas, Coimbra – Portugal. 2012.

BRITO, A.T. C. **Qualidade de Ovos Comercializados na Cidade de Boa Vista-RR. Armazenados a Diferentes Temperaturas**. 2013. 63f. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Roraima, RR. Bacharelado Em Zootecnia

CAFÉ, M. B.; LEANDRO, N. S. M.; STRINGHINI, J. H.; CUNHA, M. I. R. Equipamentos para poedeiras comerciais. In: FARIA, D.E. (coord.); *et al.* **Produção e Processamento de Ovos de Poedeiras Comerciais**. Campinas: FACTA, 2019, cap. 09, p 161-178.

CALEGARI, Samara Martins *et al.* MICROBIOLOGIA DE OVOS COMERCIAIS E ANÁLISE COMPARATIVA DE OVOS LAVADOS E NÃO LAVADOS. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar**. 2019.

CAMPBELL, D. L. M. *et al.* Egg production and egg quality in free-range laying hens housed at different outdoor stocking densities. **Poultry science**, v. 96, n. 9, p. 3128-3137, 2017.

CANER, C. Whey protein isolate coating and concentration effects on egg shelf life. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Oxford, v.85, n.13, p.2143-2148, 2005.

CARD, L.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry production**. Philadelphia: Lea &Febiger, 1966. 399 p.

CAROLINO, I., Cid, J., Lordelo, M., Ribeiro, V., Alves, S., Bessa, R.; & Carolino. N. **Composição química dos ovos de galinhas de raças autóctones**. 2018.

CASTELLINI, C.; MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. *et al.* Aspetti comportamentali, prestazioni produttive e qualità dell'uovo in galline allevate con il metodo biologico. **Riv. Avicolt.**, v.3, p.41-44, 2004.

CEC - COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. Council Directive 1999/74/EC of 19 July/1999 laying down minimum standards for the protection of laying hens. Office for Official Publications of the Euro pean Communities, p.8, 1999.

CHEN, Siyu et al. Free dietary choice and free-range rearing improve the product quality, gait score, and microbial richness of chickens. **Animals**, v. 8, n. 6, p. 84, 2018.

COSTA, M. V.; CASTRO, W. L.; BOTELHO, F. B. **Custo de produção na avicultura alternativa do Distrito Federal**. In: Anais do XLIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. SOBER: Ribeirão Preto. 2005. Acesso em: 10 ago. 2020.

CUNHA, D. DE S.; *et al.* **Qualidade Interna E Externa De Ovos Caipiras Comercializados Em Feiras Da Cidade De São Luís, MA, Brasil**. Apresentação: Comunicação Oral. 2 Congresso internacional das Ciências Agrárias. Acesso em 31 de agosto de 2020.

DA SILVA FILHO, Carlos Alberto et al. Qualidade de ovos convencionais e alternativos comercializados na região de Seropédica (RJ). **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 13, 2015.

DAVIES, R.; BRESLIN, M. Observations on Salmonella contamination of eggs from infected commercial laying flocks where vaccination for Salmonella enterica serovar Enteritidis had been used. *Avian Pathology*, v. 33, n. 2, p. 133-144, 2004.

DAWKINS, M. S.; HARDIE, S. Space needs of laying hens. **British Poultry Science**, v. 30, p. 413-416, 1989.

DE CARVALHO, Paulo Reis et al. Influência da adição de fontes marinhas de carotenoides à dieta de galinhas poedeiras na pigmentação da gema do ovo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 43, n. 5, p. 654-663, 2006.

DE OLIVEIRA, Helder Freitas et al. Fatores intrínsecos a poedeiras comerciais que afetam a qualidade físico-química dos ovos. **Pub Vet**, v. 14, p. 139, 2019.

DE QUADROS, D. G. *et al.* Qualidade de ovos de galinha comercializados em Barreiras, BA, estocados em diferentes condições de temperatura. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 9, n. 4, p. 363-369, 2011.

DE REU, K.; GRIJSPEERDT, K.; HEYNDRICKX, M. *et al.* Bacterial shell contamination in the egg collection chains of different housing systems for laying hens. *Br. Poult. Sci.*, v.47, p.163-172, 2006.

DOMINGUES, C.H.F; DE FARIA, D.E. Qualidade interna e externa do ovo. In: FARIA, D.E. (coord.); *et al.* **Produção e Processamento de Ovos de Poedeiras Comerciais**. Campinas: FACTA, 2019, cap. 13, p 247-267.

DONG, X. Y. et al. Effects of rearing systems on laying performance, egg quality, and serum biochemistry of Xianju chickens in summer. **Poultry Science**, v. 96, n. 11, p. 3896-3900, 2017.

DOS SANTOS NETO, Agenor Gomes *et al.* Isolamento de Leveduras de Frutas Cítricas. **Semana de Pesquisa da Universidade Tiradentes-SEMPESq**, n. 18, 2016.

DOS SANTOS NETO, J. P. *et al.* OCORRÊNCIA DE AERÓBIOS MESÓFILOS, COLIFORMES E Salmonella sp., EM OVOS COMERCIAIS HIGIENIZADOS POR DIFERENTES MÉTODOS. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. 7717, 2019.

DOS SANTOS, Fabiana Ramos *et al.* Qualidade e composição nutricional de ovos convencionais e caipiras comercializados em Rio Verde, Goiás. **PUBVET**, v. 5, p. Art. 1224-1230, 2011.

DOS SANTOS, M. do S. V. *et al.* Efeito da temperatura e Estocagem em Ovos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009.

ĐUKIĆ-STOJČIĆ, M. *et al.* A qualidade dos ovos de mesa produzidos em diferentes sistemas de alojamento. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 25, n. 6/5, pág. 1103-1108, 2009.

FAEHNRIK, Bettina *et al.* Phytogetic pigments in animal nutrition: Potentials and risks. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 5, p. 1420-1430, 2016.

FEEDFOOD. Ovo produzido sem gaiola: é viável ao produtor? Por Natália Ponse. Entrevista com MIWA YAMAMOTO MIRAGLIOTA em 11 out. 2018. Disponível em: <https://www.feedfood.com.br/pt/da-semana/avicultura/ovo-produzido-sem-gaiola-e-viavel-ao-produtor>< Acesso em 29 de agosto de 2020>

FERREIRA, J. I. **Qualidade interna e externa de ovos orgânicos produzidos por aves da linhagem Isa Brown ao longo de um período de postura**. 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013.

FILIPIAK–FLORKIEWICZ, A. *et al.* The quality of eggs (organic and nutraceutical vs. conventional) and their technological properties. **Poultry Science**, v. 96, n. 7, p. 2480-2490, 2017.

FRANCHINI, A. *et al.* Oxidative stability and sensory and functional properties of eggs from laying hens fed supranational doses of vitamins E and C. **Poultry Science**, v. 81, n. 11, p. 1744-1750, 2002.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.

FRAZIER, W. C. WESHOFF D.C. **Microbiologia de los alimentos**. Zaragoza, España, v. 2000, 2000.

FREITAS, L. W. *et al.* Aspectos qualitativos de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.11, p.66-72, 2011.

GALOBART, J. *et al.* Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. **Journal Applied of Poultry Research**, v. 13, p. 328-334, 2004.

GALVÃO, J. A. *et al.* Diferenças nas Características Físicas de Ovos Produzidos Sob

- Pastejo Livre e Sistema Convencional. **Archives of Veterinary Science**, v. 22, n. 4, 2017.
- GIAMPIETRO-GANECO, A. *et al.* Avaliação da qualidade de ovos embalados em atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 39, n. 1, pág. 82-88, 2015.
- GIANNENAS, I. *et al.* Trace mineral content of conventional, organic and courtyard eggs analyzed by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). **Food Chemistry**, v. 114, p. 706, 2009.
- GONZALES, Elizabeth. Qualidade interna e externa do ovo: fatores que afetam os resultados da incubação de linhagens pesadas e leves de aves de produção comercial. In: MACARI *et al.* **Manejo da Incubação Artificial**. Jaboticabal; FACTA, pág. 143-161, 2013.
- GOULART, Fernanda Rodrigues *et al.* Importância da fibra alimentar na nutrição de animais não ruminantes. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 1, n. 1, p. 141-154, 2016.
- GRASHORN, M.; JUERGENS, A.; BESSEI, W. Effects of storage conditions on egg quality. **Lohmann Information**, v. 50, p. 22-27, 2016.
- GÜÇLÜ, B.K.; IŞCAN, K.M.; UYANIK, F.; EREN, M.; AĞCA, A. C. Effect of alfalfa meal in diets of laying quails on performance, egg quality and some serum parameters. **Archives of Animal Nutrition**, v. 58, p. 255-263, 2004.
- GUELBER SALES, M. N *et al.* **Caracterização da criação de galinhas caipiras em sistema agroecológico. IX Congresso Brasileiro de Agroecologia – Belém/ PA, Cadernos de Agroecologia**, v.10, n.3, 2015.
- HANNAH, J. F. *et al.* Horizontal transmission of Salmonella and Campylobacter among caged and cage-free laying hens. **Avian diseases**, v. 55, n. 4, p. 580-587, 2011.
- HAUGH, R.R. The Haugh unit for measuring egg quality. **United States Egg Poultry Magazine**, v.43, p.552-555, 1937
- HEFLIN, L.E. *et al.* O conteúdo mineral dos ovos difere com a linhagem da galinha, idade e ambiente de criação. **Ciência Avícola**, v. 97, n. 5, pág. 1605-1613, 2018.
- HIDALGO, A.; RATTI, S.; ROSSI, M. Lipid profile in feed and egg yolk from barn, cage, and organic systems at different hen ages. In: European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products. Bergamo, Italy. **Cambridge Journals Online**, n. 69, p. 1-5, 2013
- HIDALGO, A.; ROSSI, M.; CLERICI, F.; RATTI, S. A market study on the quality characteristics of eggs from different housing systems. **Food chemistry**, v. 106, n. 3, p. 1031-1038, 2008.
- HINCKE, Maxwell T. *et al.* The eggshell: structure, composition, and mineralization. **Front Biosci**, v. 17, n. 1, p. 1266-1280, 2012.
- HOLT, P. S. *et al.* The impact of different housing systems on egg safety and quality. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 251-262, 2011.
- HUMPHREY, T. J. *et al.* Numbers of Salmonella enteritidis in the contents of naturally

contaminated hens' eggs. **Epidemiology & Infection**, v. 106, n. 3, p. 489-496, 1991.

HUNEAU-SALAÜN, A. *et al.* Factors influencing bacterial eggshell contamination in conventional cages, furnished cages and free-range systems for laying hens under commercial conditions. **British Poultry Science**, v. 51, n. 2, p. 163-169, 2010.

JONES, D. R.; ANDERSON, K. E. Housing system and laying hen strain impacts on egg microbiology. **Poultry science**, v. 92, n. 8, p. 2221-2225, 2013.

JONES, D. R.; KARCHER, D. M.; ABDO, Zaid. Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage. **Poultry science**, v. 93, n. 5, p. 1282-1288, 2014.

KANG, H. K. *et al.* Effects of stock density on the laying performance, blood parameter, corticosterone, litter quality, gas emission and bone mineral density of laying hens in floor pens. **Poultry Science**, v. 95, n. 12, p. 2764-2770, 2016.

KARADAS, F. *et al.* Tissue-specific distribution of carotenoids and vitamin E in tissues of newly hatched chicks from various avian species. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology**, v. 140, n. 4, p. 506-511, 2005.

KARCHER, D. M. *et al.* Impact of commercial housing systems and nutrient and energy intake on laying hen performance and egg quality parameters. **Poultry science**, v. 94, n. 3, p. 485-501, 2015.

KARSTEN, H. D. *et al.* Vitamins A, E and fatty acid composition of the eggs of caged hens and pastured hens. **Renewable Agriculture and Food Systems**, v. 25, n. 1, p. 45-54, 2010

KEENER, K. M. *et al.* Effect of testing temperature on internal egg quality measurements. **Poultry science**, v. 85, n. 3, p. 550-555, 2006.

KESHAVARZ, K. A comparison between cholecalciferol and 25-OH-cholecalciferol on performance and eggshell quality of hens fed different levels of calcium and phosphorus. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, p.1415-1422, Sept. 2003.

KRAWCZYK, Józefa. Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids. **Ann. Anim. Sci**, v. 9, n. 2, p. 185-193, 2009.

KÜÇÜKYILMAZ, K. *et al.* Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype. **Asian-Australasian journal of animal sciences**, v. 25, n. 4, p. 559, 2012.

KÜHN, J. *et al.* Free-range farming: a natural alternative to produce vitamin D-enriched eggs. **Nutrition**, v. 30, n. 4, p. 481-484, 2014.

LAMBTON, S. L. *et al.* The risk factors affecting the development of gentle and severe feather pecking in loose housed laying hens. **Applied Animal Behavior Science**, v. 123, n. 1-2, p. 32-42, 2010.

LANA, S. R. V. *et al.* Qualidade de ovos de poedeiras comerciais armazenados em diferentes temperaturas e períodos de estocagem. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 1, p. 140-151, 2017.

LANDGRAF, Mariza; FRANCO, Bernadette DG. Doenças microbianas de origem alimentar provocadas por enteropatógenos. **Rev. ciênc. farm**, p. 77-113, 1996.

LEMOS, M. J. *et al.* Qualidade de ovos orgânicos produzidos no município de Seropédica - RJ. **Revista Agrotec**, v. 36, n. 1, p. 50-57, 2015

LEWKO, L.; GORNOWICZ, E. Effect of housing system on egg quality in laying hens. **Annals of Animal Science**, v. 11, n. 4, p. 607-611, 2011.

LOPEZ-BOTE, C. J. *et al.* Effect of free-range feeding on n-3 fatty acid and  $\alpha$ -tocopherol content and oxidative stability of eggs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 72, n. 1-2, p. 33-40, 1998.

LORDELO, M. *et al.* Quality of eggs from different laying hen production systems, from indigenous breeds and specialty eggs. **Poultry Science**, v. 96, n. 5, p. 1485-1491, 2017.

MAHBOUB, H.D.H.; MÜLLER, J.; VON BORELL, E. Uso externo, imobilidade tônica, relação heterófilo / linfócito e condição das penas em galinhas poedeiras de diferentes genótipos. **Ciência avícola Britânica**, v. 45, n. 6, pág. 738-744, 2004.

MAIA, R.C; et al. Formação e Qualidade dos Ovos. In ALBINO, L. F. T. et al. Galinhas poedeiras: Criação e alimentação. **Viçosa: Aprenda Fácil**, 2014. Cap. 4, p. 271-346.

MALLET, S. *et al.* Comparison of eggshell quality and hygiene in two housing systems: standard and furnished cages. In: Proc. 10th European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, **Ploufragan, France**, p. 238-242, 2003

MATT, D., REMBIALKOWSKA, E., LUIK, A., PEETSMANN, E. and PEHME, S. Quality of Organics. Conventional Food and Effects on Health. Report. Estonian University of Life Sciences 2011.

MATTHEWS, W. A.; SUMNER, D. A. Effects of housing system on the costs of commercial egg production. **Poultry Science**, v. 94, n. 3, p. 552-557, 2015.

MAZZUCO, Helenice et al. Boas práticas de produção na postura comercial. **Embrapa Suínos e Aves-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2006.

MENCH, J. A.; SUMNER, D. A.; ROSEN-MOLINA, J. T. Sustainability of egg production in the United States—The policy and market context. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 229-240, 2011.

MENEZES, P. C. de *et al.* Aspectos produtivos e econômicos de poedeiras comerciais submetidas a diferentes densidades de alojamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2224-2229, 2009.

MINELLI, G. *et al.* Egg quality traits of laying hens reared in organic and conventional systems. **Italian Journal of Animal Science**, v. 6, n. sup1, p. 728-730, 2007.

MIZUMOTO, Elisa Miyuki; CANNIATTI-BRAZACA, Solange Guidolin; MACHADO, Flávia Maria Vasques Farinazzi. Avaliação química e sensorial de ovos obtidos por diferentes tratamentos. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 60-65, 2008.

MOBERLY, R. L.; WHITE, P. C. L.; HARRIS, S. Mortality due to fox predation in free-range poultry flocks in Britain. **Veterinary Record**, v. 155, n. 2, p. 48-52, 2004.

MOURA, D. J. *et al.* Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.8, n.1, p.137-48, 2006.

MUGNAI, C. *et al.* The effects of husbandry system on the grass intake and egg nutritive characteristics of laying hens. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 3, p. 459-467, 2014.

MUGNAI, Cecilia; DAL BOSCO, Alessandro; CASTELLINI, Cesare. Effect of rearing system and season on the performance and egg characteristics of Ancona laying hens. **Italian Journal of Animal Science**, v. 8, n. 2, p. 175-188, 2009.

NÄÄS, I. A. Bem-estar na avicultura: fatos e mitos. **Revista Ave World**, v. 10, p. 4-8, 2005.

NÄÄS, I. A.; SILVA, I.J.O.; GARCIA, R.G. Ambiência, bem-estar e instalações para poedeiras comerciais. In: FARIA, D.E. (coord.); *et al.* In: **Produção e Processamento de Ovos de Poedeiras Comerciais**. Campinas: FACTA, 2019, capítulo 10, p 179-204.

NYS, Y.; GUYOT, N. Formação e química de ovos. In: Melhorando a segurança e a qualidade de ovos e ovoprodutos. **Woodhead Publishing**, 2011. p. 83-132.

NYS, Yves *et al.* Avian eggshell mineralization. **Poultry and Avian Biology Reviews**, v. 10, n. 3, p. 143-166, 1999.

OBA, A. *et al.* Produção e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com dietas suplementadas com cinza vegetal, cobre, cromo e probiótico. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 60, n. 3, p. 62-62, 2001.

OCARINO, Natália de Melo; SERAKIDES, Rogéria. Efeito da atividade física no osso normal e na prevenção e tratamento da osteoporose. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 3, p. 164-168, 2006.

OLIVEIRA, B. L. de; OLIVEIRA, D. D. de. Qualidade e tecnologia de ovos. Lavras: Editora UFLA (Universidade Federal de Lavras), p. 223, 2013.

OLIVEIRA, B. L.; OLIVEIRA, D. D. **Qualidade e Tecnologia de Ovos**. Lavras: UFLA, 2013.

OLIVEIRA, D. L.; NASCIMENTO, J. W. B.; CAMERINI, N. L.; SILVA, R. C.; FURTADO, D. A.; ARAUJO, T. G. P. Desempenho e qualidade de ovos de galinhas poedeiras criadas em gaiolas enriquecidas e ambiente controlado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1186-1191, 2014

OLIVEIRA, G. E. *et al.* Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. **Poultry Science**, v. 88, n. 11, p. 2428-2434, 2009.

OLIVEIRA, G. S.; SANTOS, V. M. Manejo de ovos férteis: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 15, n. 6, 2018.

ORDÓÑEZ, J. A. et al. Ovos e produtos derivados. **Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. Porto Alegre: Artmed**, p. 269-279, 2005.

PARISI, M.A.; NORTHCUTT, J.K.; SMITH, D.P.; STEINBERG, E.L.; DAWSON, P.L. Microbiological contamination of shell eggs produced in conventional and free-range housing systems. **Food Control**, 47:161-165, 2015

PASIAN, IMD; GAMEIRO, A. H. Mercado e viabilidade econômica da criação de poedeiras em sistemas do tipo orgânico, caipira e convencional. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, XIX., Anais... SOBER: Londrina. 2007.**

PATRÍCIO, I. S. Manejo do ovo incubável da granja ao incubatório. In: MACARI *et al.* Manejo da Incubação Artificial, Jaboticabal; FACTA, pág. 329-343, 2013.

PATTERSON, P. H. *et al.* Egg marketing in national supermarkets: Specialty eggs—part 2. **Poultry Science**, v. 80, n. 4, p. 390-395, 2001.

PEEBLES, Edgar David *et al.* Practical manual for understanding the shell structure of broiler hatching eggs and measurements of their quality. 2004.

PERMIN, A. *et al.* Prevalence of gastrointestinal helminths in different poultry production systems. **British Poultry Science**, v. 40, n. 4, p. 439-443, 1999.

PINTO, Severino *et al.* Cálcio e fósforo na dieta de galinhas de postura: uma revisão. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 1, p. 5-18. 2019

PIRES, P. G. S. *et al.* Plasticizer types affect quality and shelf life of eggs coated with rice protein. **Journal of Food Science and Technology**, London, v.57, p.971-979, 2020.

POPOVA, T. *et al.* Quality of Eggs from Layers Reared under Alternative and Conventional System. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 22, n. 1, 2020.

PRAES, M. F. F. M.; JUNQUEIRA, O. M.; PEREIRA, A. A. Prós e contras da proibição da criação de poedeiras em gaiolas. **Revista Avi Site**, 2012

RAKONJAC, S. *et al.* Laying hen rearing systems: A review of major production results and egg quality traits. **World's Poultry Science Journal**, v. 70, n. 1, p. 93-104, 2014.

REIS, T. L. *et al.* Influência do sistema de criação em piso sobre cama e gaiola sobre as características ósseas e a qualidade físico-química e microbiológica de ovos de galinhas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, n. 5, p. 1623-1630, 2019.

RIZZI, L.; SIMIOLI, G.; MARTELLI, G.; PAGANELLI R.; SARDI, L. Effects of organic farming on egg quality and welfare of laying hens. In: EURO POULTRY CONFERENCE, 12., 2006, Verona. *Proceedings...* Verona, [s.n.], 2006. p.10-14.

ROBERTS, J. R. Factors affecting egg internal quality and eggshell quality in laying hens. **The Journal of Poultry Science**, v. 41, n. 3, p. 161-177, 2004.

RODENBURG, T.B. *et al.* Welfare, health, and hygiene of laying hens housed in furnished

cages and in alternative housing systems. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, v.8, n.3, p.211-226, 2005.

ROSSI, M. Influência dos sistemas de alojamento de galinhas poedeiras nas características dos ovos de mesa. Anais do XVIII Simpósio Europeu sobre Qualidade da Carne de Aves e XII Simpósio Europeu sobre Qualidade de Ovos e Ovoprodutos. Praga, 2 a 5, 2007

ROVARIS, Ellen *et al.* Efeito do ninho com coleta manual versus automática na eclosão de ovos incubáveis. **PUBVET**, v. 8, p. 2173-2291, 2014.

RUFINO, João Paulo Ferreira *et al.* Fibra alimentar em dietas para aves—Uma revisão. **Revista Científica de Avicultura e Suinocultura**, v. 3, n. 2, 2017.

RUSSO, Jessica Conteçote. **Tudo que você precisa saber sobre os sistemas de produção de ovos**. Avicultura industrial. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/tudo-que-voce-precisa-saber-sobre-os-sistemas-de-producao-de-ovos/20190326-113131-t740> Acesso em, v. 30, 2019.

SACCOMANI, A. P. O. *et al.* Indicadores da qualidade físico-química de ovos de poedeiras semipesadas criadas em diferentes sistemas de produção. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-15, 2019.

SAMIULLAH, J.; ROBERTS, R.; CHOUSALKAR, K. K. Effect of production system and flock age on egg quality and total bacterial load in commercial laying hens. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n 1, Pages 59-70, 2014

SAMIULLAH, S. *et al.* Effect of production system and flock age on eggshell and egg internal quality measurements. **Poultry Science**, v. 96, n. 1, p. 246-258, 2017.

SAMIULLAH, Sami *et al.* The eggshell cuticle of the laying hen. **World's Poultry Science Journal**, v. 70, n. 4, p. 693-708, 2014.

SANTOS, Maria do Socorro Vieira dos *et al.* Efeito da temperatura e estocagem em ovos. **Food Science and Technology**, v. 29, n. 3, p. 513-517, 2009.

SANTOS, Maria do Socorro Vieira dos. Avaliação do desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais, submetidas às dietas suplementadas com diferentes óleos vegetais. 2005.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Características dos ovos. Boletim Técnico. PIE- UFES: 00707. 2007.

SAUVEUR, B. **El huevo para consumo: bases productivas**. Barcelona: Aedos Editorial, 1993. 377p.

SCHUH, J., MATTIELLO, C.A., THALER NETO, MILEZZI, A., FERENZ, M., RIBEIROS M., SILVEIRA, S.M. Avaliação dos parâmetros de pH e umidade e contaminação de queijo colonial por *Staphylococcus aureus* e *Staphylococcus sp.* X CIRR Section VI International Technical Symposium Food: the tree e that sustains life, Gramado, 2016.

SHANG, X. G. *et al.* Effects of dietary conjugated linoleic acid on the productivity of laying hens and egg quality during refrigerated storage. **Poultry Science**, v. 83, n. 10, p. 1688-1695, 2004.

SHIELDS, Sara; SHAPIRO, Paul; ROWAN, Andrew. A decade of progress toward ending the intensive confinement of farm animals in the United States. **Animals**, v. 7, n. 5, p. 40, 2017.

SILVA, E. N.; DUARTE, A. Salmonella Enteritidis in poultry: retrospective in Brazil. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 2, p. 85-100, 2002.

SILVA, IJ de O.; DE ABREU, P. G.; MAZZUCO, H. Manual de boas práticas para o bem-estar de galinhas poedeiras criadas livres de gaiola. **Embrapa Suínos e Aves-Fôlder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2020.

SIRRI, F. *et al.* Quality characterization of eggs from Romagnola hens, an Italian local breed. **Poultry Science**, v. 97, n. 11, p. 4131-4136, 2018.

SMITH, A. *et al.* The effect of changing the excreta moisture of caged laying hens on the excreta and microbial contamination of their eggshells. **British Poultry Science**, v. 41, n. 2, p. 168-173, 2000.

SOUZA, T. *et al.* Qualidade de Ovos de Casca Marrom Comercializados em Diferentes Estabelecimentos Comerciais. **Acta Sci., Anim. Sci., Maringá**, v. 42, e46552, 2020. Acesso em 31 de agosto de 2020.

STADIG, L. M. *et al.* Survey of egg farmers regarding the ban on conventional cages in the EU and their opinion of alternative layer housing systems in Flanders, Belgium. **Poultry science**, v. 95, n. 3, p. 715-725, 2016.

STANLEY, C. C. *et al.* Effects of feeding milk replacer once versus twice daily on glucose metabolism in Holstein and Jersey calves. **Journal of dairy science**, v. 85, n. 9, p. 2335-2343, 2002.

SUCKEVERIS, Diana *et al.* Internal quality of laying hen eggs fed on protease at different storage and stocking conditions. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 37, p. 373-379, 2015.

SUMNER, D. A. *et al.* Economic effects of proposed restrictions on egg-laying hen housing in California. Davis, CA: University of California Agricultural Issues Center, 2008.

SUMNER, Daniel A. *et al.* Economic and market issues on the sustainability of egg production in the United States: Analysis of alternative production systems. **Poultry Science**, v. 90, n. 1, p. 241-250, 2011.

SWANSON, J. C. The ethical aspects of regulating production. **Poultry Science**, v. 87, n. 2, p. 373-379, 2008.

SWIERCZEWSKA, E. *et al.* Egg white biologically active proteins activity in relation to laying hen's age. In: XI European Symposium on the quality of eggs and egg products. 2005.

TAKAHASHI, S. E. et al. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 58, n. 4, p. 624-632, 2006.

TAUSON, R. Management and housing systems for layers—effects on welfare and production. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, n. 3, p. 477- 490, 2005.

THIMOTHEO, Mariana. Duração da qualidade de ovos estocados de poedeiras criadas no sistema “cage-free”. 2016.

THOMPSON, P. *et al.* Livestock welfare product claims: The emerging social context. **Journal of animal science**, v. 85, n. 9, p. 2354-2360, 2007.

TIZO, Luiz Antônio; RIGO, Evandro José; BARBOSA, Cláudio Henrique. QUALIDADE EXTERNA E INTERNA DE OVOS OBTIDOS EM DOIS SISTEMAS DE CRIAÇÃO DE GALINHAS POEDEIRAS. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, v. 11, n. 22, 2015.

TRZISKA, T. Proteinedes Eiklarsundihre Funktionbeim Schaumbildungs prozess. Eiund Eiprodukt. Paul Parey, Berlin, p. 252-255, 1994.

TUFARELLI, V.; RAGNI, M.; LAUDADIO, V. Feeding forage in poultry: a promising alternative for the future of production systems. **Agriculture**, v. 8, n. 6, p. 81, 2018.

TŮMOVÁ, E. et al. Interaction between housing system and genotype in relation to internal and external egg quality parameters. **Czech Journal of Animal Science**, v. 56, n. 11, p. 490-498, 2011.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA-UBA. Protocolo de bem-estar para aves poedeiras. São Paulo, jun. 2008. 23p. Disponível em: <<http://www.uba.org.br>>. Acesso em: 28 jun. 2020.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. **Foreign Agricultural Service**. United States: USDA, 2007.

VAN DEN BRAND, H.; PARMENTIER, H. K.; KEMP, B. Effects of housing system (outdoor vs cages) and age of laying hens on egg characteristics. **British Poultry Science**, v. 45, n. 6, p. 745-752, 2004.

VAN RUTH, S. *et al.* Authentication of organic and convention al eggs by carotenoid profiling. **Food Chemistry**, v. 126, n. 3, p. 1299-1305, 2011.

VELLASCO, Cássia Rampini. Níveis de cálcio e relação cálcio/fósforo em rações para poedeiras leves de 24 a 40 semanas de idade. 2010.

VIEIRA, M. F. A. *et al.* Efeitos da densidade de alojamento e sistemas de criação sobre o comportamento, desempenho produtivo e a qualidade de ovos de poedeiras comerciais. **Revista Eletrônica de Pesquisa Animal**, v. 2, n. 4, p. 169-185, 2014

VITS, A. et al. Production, egg quality, bone strength, claw length, and keel bone deformities of laying hens housed in furnished cages with different group sizes. **Poultry science**, v. 84, n. 10, p. 1511-1519, 2005.

VLČKOVÁ, J. *et al.* Changes in the quality of eggs during storage depending on the housing system and the age of hens. **Poultry science**, v. 98, n. 11, p. 6187-6193, 2019.

VLČKOVÁ, J. *et al.* Effect of housing system and age of laying hens on eggshell quality, microbial contamination, and penetration of microorganisms into eggs. **Czech J. Anim. Sci.**, v 63, p. 51–60, 2018

YENICE, Guler *et al.* Quality of eggs in different production systems. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 34, n. 4, p. 370-376, 2016.

YILMAZ DIKMEN, B. *et al.* Impact of different housing systems and age of layers on egg quality characteristics. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences**, v. 41(1), p. 77-84, 2017

YUCEER, M.; CANER, C. Os revestimentos antimicrobianos de lisozima-quitosana afetam as propriedades funcionais e a vida útil dos ovos de galinha durante o armazenamento. **Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura**, v. 94, n. 1, pág. 153-162, 2014.

ZHAO, Yang *et al.* Avaliação comparativa de três sistemas de produção de ovos: Características de alojamento e práticas de manejo. **Poultry Science**, v. 94, n. 3, pág. 475-484, 2015.