

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**OVOS PRODUZIDOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE
ALOJAMENTO: QUALIDADE E SEGURANÇA
MICROBIOLÓGICA, PARÂMETROS FÍSICOS, VALIDAÇÃO E
UTILIZAÇÃO DE MÉTODO MULTIRESÍDUO PARA DETECÇÃO
DE ANTIMICROBIANOS E PESTICIDAS**

JULIA ARANTES GALVÃO

Botucatu, SP
NOVEMBRO, 2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**OVOS PRODUZIDOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE
ALOJAMENTO: QUALIDADE E SEGURANÇA
MICROBIOLÓGICA, PARÂMETROS FÍSICOS, VALIDAÇÃO E
UTILIZAÇÃO DE MÉTODO MULTIRESÍDUO PARA DETECÇÃO
DE ANTIMICROBIANOS E PESTICIDAS**

JULIA ARANTES GALVÃO

Tese apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em
Medicina Veterinária para obtenção do título de Doutora em
Inspeção de Produtos de Origem Animal.

Orientador: Prof.Dr. José Paes de Almeida Nogueira Pinto

Nome do Autor: Julia Arantes Galvão

Título: OVOS PRODUZIDOS EM DIFERENTES SISTEMAS DE ALOJAMENTO: QUALIDADE E SEGURANÇA MICROBIOLÓGICA, PARÂMETROS FÍSICOS, VALIDAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE MÉTODO MULTIRRESÍDUO PARA DETECÇÃO DE ANTIMICROBIANOS E PESTICIDAS

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Paes de Almeida Nogueira Pinto
Presidente e Orientador
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP - Botucatu-SP

Prof^a. Dr^a. Vera Lúcia Mores Rall
Membro
Departamento de Microbiologia e Imunologia
IBB – UNESP - Botucatu-SP

Prof.Dr. Ricardo Seiti Yamatogi
Membro
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal
FMVZ – UNESP – Botucatu-SP

Prof.Dr. Caio Antonio Carbonari
Membro
Departamento de Produção e Melhoramento Vegetal
FCA-UNESP – Botucatu-SP

Prof^a.Dr^a. Evelise Oliveira Telles
Membro
Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Saúde Animal
FMVZ – USP – São Paulo-SP

Prof.Dr. Germano Francisco Biondi
Membro suplente
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP – Botucatu-SP

Prof^a.Dr^a. Kate Aparecida Buzi
Membro suplente
Departamento de Medicina Veterinária
UNICENTRO – Guarapuava-PR

Prof. Dr. José Carlos de Figueiredo Pantoja
Membro suplente
Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública
FMVZ – UNESP – Botucatu-SP

Data da Defesa: 29 de novembro de 2013.

DEDICATÓRIA

Ao **Divino Pai Celestial**

Fonte de inesgotável amor que me concedeu força, energia e alegria,
coragem e fé para executar este trabalho, me cercando com anjos na
família, nas amizades, orientadores e guardiões...

Pai e mãe, o sorriso fácil, a mesa arrumada, a compreensão, o abraço, as caçoadas do meu pai, o homem mais tranquilo do mundo, o pudim da mamãe, a mulher mais carinhosa do mundo... As coletas de ovos, as coletas de mexerica, cada árvore nova. Obrigada por me darem o lar mais lindo do mundo, onde impera o amor e a confiança. Vocês são, no mínimo, maravilhosos...

Ana e João, vocês que viram a tia estudando desde que nasceram...

Matheus e Bianca, vocês que viram a tia pela câmera...

Estela e Tânia, vocês que têm os braços abertos e os ouvidos atentos a me acolher.

Márcio, você que acompanhou os últimos anos dessa trajetória com muito carinho, cuidado e paciência, preenchendo meus dias com atenção e companheirismo nunca antes experimentados...

Rita, Fernanda e Patrícia, pedaços da minha história que a distância ou os impedimentos nunca afastaram de meu coração.

Loredana e Kate, minhas companheiras nesta jornada...

Mariana, Juliana, Gláucia e Miyuki desde a infância até a mais tenra idade, estaremos unidas em pensamentos e orações – que nada afaste esse amor.

A Vocês que me alegraram a cada encontro, a cada palavra de afeto, a cada abraço...

Dedico

Agradecimentos

*A cidade de **Botucatu** que hoje vejo como minha segunda cidade - nesses quase oito anos aprendi a apreciar sua cultura, suas ruas, seus bairros e seus moradores que com alegria me acolheram e trouxeram brilho aos meus dias.*

*A **Quadrilha de Teatro Notívagos Burlescos**, em especial, ao **Gustavo Faria**, que fizeram alguns dos meus meses em Botucatu os mais alegres e cheios de energia boa.*

*As amigas **Danusa e Cilea** pela alegria dos finais de semana e o companheirismo.*

*Ao casal que eu vi nascer: **Natália e Luis**, que se tornaram família.*

*Meus colegas de laboratório que tornaram as análises e coletas bem menos exaustivas e muito mais alegres... Pela dedicação e amizade: **Fábio (Cid)**, **Thiago (Catota)**, **João Bosco (Toquinho)**, **Letícia**, e **Caio (Peraí)**.*

*Aos que não participaram das coletas, mas do dia a dia do laboratório: **Ricardo (Curan)**, **André (Parma)**, **Daniella**, **Rhani**, **Marianna**, **Priscilla**, **Silvia Veiga** e **Rafaela**.*

*A **Silvia Gotardi**, **Karina Basso**, **Otávio**, **Gilda**, **Karina Amaral**, **Gisleine** e **Sérgio** pelo apoio técnico, disponibilidade e amizade.*

*Aos funcionários das granjas avaliadas, em especial **Ivone** e **Bento**.*

*Ao Fiscal Federal Agropecuário **Jean Fernandes Joaquim** que fez o contato inicial com as Granjas estudadas, possibilitando esse trabalho.*

*Ao Professor **José Carlos Figueiredo Pantoja** pelas valiosas avaliações, dicas e ensinamentos em Bioestatística.*

*Aos Professores **Caio Carbonari e Edivaldo Velini** pela atenção ensinamentos, orientação e por permitirem a realização das análises de pesquisa de resíduos em seu laboratório.*

*Ao **Beto** que fez com que as análises de resíduos acontecessem na prática, pela sua boa vontade e alegria e aos outros presentes neste ambiente harmônico de trabalho.*

*Aos funcionários da Seção Técnica de Pós-Graduação: **José Roberto, Carlos, Maria e Gláucia**, pela atenção e disponibilidade - sempre alegres.*

Aos funcionários das bibliotecas da UNESP Campus de Rubião Júnior e Lageado, cada qual em seu momento trazendo benefícios à execução e conclusão desta tese.

*Aqueles que me ajudaram e encaminharam lá no começo: Professores **Luciano dos Santos Bersot e Vinícius Cunha Barcellos**.*

Ao Professor Edivaldo Garcia, por ceder o Laboratório de Aves e auxiliar com a metodologia de análise de qualidade de ovos.

*A **Graciene dos Santos** que me orientou quanto ao uso dos equipamentos e me ensinou as técnicas de análise de qualidade de ovos.*

*A **CAPES** pela bolsa de estudos concedida.*

Meu muito obrigado a todos que se fizeram presentes com dicas, orientação, descontração e companhia. Vocês nunca serão esquecidos.

Homenagem especial

José Paes de Almeida Nogueira Pinto

Orientador de estágio, residência, mestrado e doutorado

Toda a afinidade e carinho que permitiram esses oito anos de convívio pacífico se tornassem um presente quase inacreditável a quem passa por uma pós-graduação.

Da figura paternal, ao amigo, do orientador que corrige e cobra, mas muito mais ensina com alegria aquilo que o Universo

lhe permitiu transmitir. Paz e paciência,

Meu Muito Obrigada, meu Amigo!

Muita Luz e Amor

Ao Mestre, com carinho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização negativo. Botucatu/SP, 2013.	47
Tabela 2: Condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização positivo. Botucatu/SP, 2013.	47
Tabela 3: Massa molecular e íons secundários dos compostos analisados. Botucatu/SP, 2013.	48
Tabela 4: Curvas analíticas e faixas de concentração para cada composto analisado. Botucatu/SP, 2013.	54
Tabela 5: Contagem média, mínima e máxima de enterobactérias em ovos de acordo com o período de coleta.	58
Tabela 6: Contagem média de enterobactérias em ovos entre as amostras positivas ou negativas para a presença de <i>Salmonella</i> .	59
Tabela 7: Variáveis avaliadas e resultados descritivos para comparação da qualidade física dos ovos produzidos nos sistemas FR e C1.	63
Tabela 8: Valores p das variáveis analisadas através do teste Tukey.	68
Tabela 9: Dados da validação do método LCMSMS para detecção de resíduos de antimicrobianos e pesticidas em ovos.	69

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: Vista geral de um dos galpões que utilizava o sistema FR.	34
FIGURA 2: Vista geral de um dos galpões que utilizava o sistema C1.	34
FIGURA 3: Vista geral de um dos galpões que utilizava o sistema C2.	35
FIGURA 4: Procedimento de enxágue dos ovos e distribuição em placas para a enumeração de Enterobactérias.	38
FIGURA 5: Recipientes contendo as diferentes soluções salinas para flutuação dos ovos.	41
FIGURA 6: Texturômetro TA.XT plus Texture analyser utilizado para aferir a resistência da casca do ovo à quebra.	42
FIGURA 7: Abanico colorimétrico Roche® com medidas numéricas de 2 a 15.	42
FIGURA 8: Medida da altura do albúmen utilizando paquímetro acoplado ao suporte.	43
FIGURA 9: Lavagem e medida da espessura da casca com auxílio do paquímetro.	44
FIGURA 10: Cromatógrafo Líquido (Proeminence UFLC) acoplado ao espectrômetro de massas (3200 Q TRAP) LC-MS/MS. Botucatu/SP, 2012.	47
FIGURA 11: Cromatogramas da Sulfadimetoxina e os fragmentos gerados na concentração de $6.25\mu\text{g L}^{-1}$. Botucatu/SP, 2013.	51
FIGURA 12: Contagem de enterobactérias em ovos nos sistemas FR e C1 ($p < 0,001$).	55
FIGURA 13: Contagem de enterobactérias em ovos nos sistemas FR e C1 de acordo com o período ($p = 0,005$ para interação entre sistema e coleta).	56
FIGURA 14: Comedouros do tipo prato instalados no sistema FR. Presença de conteúdo fecal em comedouro.	58
FIGURA 15: Vista geral do aviário e disposição dos ninhos no sistema FR no momento de apanha dos ovos por uma funcionária. Presença de ovos e conteúdo fecal nos ninhos de palha de arroz.	59

ABREVIATÖES

AMPA: Ácido aminometilfosfônico

C1: Convencional 1

C2: Convencional 2

CIPOA: Coordenação-Geral de Inspeção de Produtos de Origem Animal

DTA: Doenças Transmitidas por Alimentos

FR: Free Range

GE: Gravidade específica

ISS: Imersão dos ovos em solução salina

LCMSMS: cromatografia líquida de alta eficiência acoplada à espectrometria de massas sequencial

LMQ: Limite mínimo de quantificação

LMR: Limite máximo de resíduos

NUPAM: Núcleo de Pesquisas em Matologia

PCSA: Peso da casca por superfície de área

PNCR: Programa Nacional de Controle de Resíduos

RCF: Relative Centrifugal Force

UH: Unidade Haugh

SUMÁRIO

RESUMO	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 Sistemas de Produção de ovos	20
2.2 Composição nutricional	23
2.3 Contaminação bacteriana	24
2.4 Qualidade física	27
2.5 Contaminação química	29
3. OBJETIVOS	31
3.1 OBJETIVO GERAL	31
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	31
4. MATERIAL E MÉTODOS	32
4.1 Sistemas de produção – Propriedade 1	32
4.1.1 Free range (FR)	33
4.1.2 Sistema convencional de gaiolas (C1)	34
4.2 Sistema de produção – Propriedade 2 - convencional de gaiolas (C2)	34
4.3 Cálculo da amostragem para análises microbiológicas	35
4.3.1 Enumeração de Enterobactérias	35
4.3.2 Pesquisa de <i>Salmonella</i>	36
4.4 Metodologias de avaliação	36
4.4.1 Análises microbiológicas	37
4.4.1.1 Enumeração de Enterobactérias	38
4.4.1.2 Pesquisa de <i>Salmonella sp.</i>	38
4.4.1.3 Análise Estatística	40

4.4.2 Qualidade física externa e interna dos ovos	40
4.4.2.1 Coleta das amostras	40
4.4.2.2 Gravidade Específica	41
4.4.2.3 Resistência da Casca do Ovo à Quebra	41
4.4.2.4 Percentagem de Gema	42
4.4.2.5 Coloração da Gema	42
4.4.2.6 Percentagem de Albúmen	43
4.4.2.7 Unidade Haugh	43
4.4.2.8 Espessura de casca	43
4.4.2.9 Peso da Casca por Superfície de Área	44
5.4.2.10 Análise Estatística	44
4.5 Validação e análises de cromatografia líquida e espectrometria de massas	45
4.5.1 Extração de resíduos	54
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1 Contaminação bacteriana	55
5.2 Qualidade física	61
5.3 Resíduos de antibióticos e defensivos agrícolas	67
6. CONCLUSÕES	75
REFERÊNCIAS	77
TRABALHO CIENTÍFICO A SER ENVIADO A REVISTA: <i>BRAZILIAN JOURNAL OF VETERINARY RESEARCH AND ANIMAL SCIENCE</i>	91

RESUMO

GALVÃO, J.A. **Ovos produzidos em diferentes sistemas de alojamento: qualidade e segurança microbiológica, parâmetros físicos, validação e utilização de método multiresíduo para detecção de antimicrobianos e pesticidas.** Botucatu-SP, 2013. 91p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

A criação de animais de produção vem se modificando gradualmente devido a diversas alterações socioculturais em todo o mundo. Cada vez mais se tem observado a demanda por alimentos produzidos considerando-se o bem estar animal. Neste contexto também encontra-se a avicultura de postura. Novos sistemas vêm sendo propostos para melhorar as condições de vida das galinhas poedeiras, destacando-se entre eles o free range (FR). São poucos os trabalhos que avaliaram a qualidade e segurança dos ovos produzidos nesses novos ambientes. Assim foi proposta neste estudo a avaliação de ovos e ambiente de produção de três granjas de postura comercial (duas no sistema convencional de criação e uma no sistema FR), sendo duas delas (FR e Convencional 1) localizadas em uma mesma propriedade, o que diminuiu a chance de introdução de viés de macroclima e linhagem. Foi pesquisada *Salmonella* no ambiente de produção, água de bebida e ração, além das cascas dos ovos, onde também foram enumeradas enterobactérias. Avaliou-se também a qualidade física dos ovos e procedeu-se à validação de um método para análise de multiresíduos de antimicrobianos e defensivos agrícolas, utilizado para sua quantificação no conteúdo dos ovos das três granjas. No sistema FR foram verificadas as maiores contagens de enterobactérias ($p < 0,001$) e detectada *Salmonella* em três cascas de ovos e em um comedouro (*S. Senftenberg*), o patógeno não foi detectado nas outras amostras ambientais, ou de ração e água. Os ovos do sistema FR apresentaram menor peso total, maior espessura de casca e concentração de albúmen. O método multiresíduo se mostrou eficaz na recuperação de todos os compostos, possibilitando a validação da técnica proposta. Foram detectados resíduos de Enrofloxacina em cinco de trinta amostras provenientes do sistema FR, todos eles extrapolaram o LMR de $10\mu\text{g L}^{-1}$ estabelecido pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. O sistema FR mostrou maior vulnerabilidade higiênico-sanitária e no tocante à presença de resíduos de antimicrobianos. Quanto às características físicas, estas não conferem aos ovos produzidos pelo sistema FR um perfil especial que justifique a sua escolha pelo consumidor.

Palavras chave: Free range, *Salmonella*, Qualidade do ovo, Resíduo de Enrofloxacina.

ABSTRACT

GALVÃO, J.A. **Eggs produced in different housing systems: quality and microbiological safety, physical parameters, validation and use of multiresidue method for the detection of antimicrobials and pesticides.** Botucatu-SP, 2013. 91p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

The livestock production has been modified gradually due to several socio-cultural changes worldwide. Increasing the demand for food produced considering animal welfare. In this context also is laying hen raising. New systems are being proposed to improve the living conditions of laying hens, foremost among them the free range (FR). There are few studies which evaluated the quality and safety of eggs produced in these new environments. Thus was proposed in this study the evaluation of eggs and production environment from three laying hens farms (two under the conventional system of creation and one system in FR), two of them (FR and Conventional 1) located on the same property, which decreased the chances of introducing macroclimate and breeder lines bias. *Salmonella* was surveyed in the production environment, drinking water and food, and the shells of the eggs, which were also enumerated enterobacteria. It was also evaluated the physical quality of the eggs and proceeded to the validation of a multiresidue method for analysis of pesticides and antibiotics, used for quantifying the content of the eggs of the three farms. In FR the largest system Enterobacteriaceae counts ($p < 0.001$) was detected and *Salmonella* were found in three eggshells and at one feeder (S. Senftenberg), the pathogen was not detected in other environmental samples, or food and water. The eggs of the FR system had lower weight, greater shell thickness and concentration of albumen. The multiresidue method is effective in the recovery of all compounds, enabling the validation of the proposed technique. Enrofloxacin residues were detected in five out of thirty samples from the RF system, they all have extrapolated the MRL of $10\mu\text{g L}^{-1}$ established by the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply. The FR system showed greater vulnerability and sanitary conditions regarding the presence of antimicrobial residues. As regards physical characteristics, they do not confer to the eggs produced by the system FR a special profile that justifies his choice by the consumer.

Keywords: Free range, *Salmonella*, Egg Quality, Enrofloxacin residue.

1. INTRODUÇÃO

Os alimentos naturais / orgânicos/ "caipiras" / "coloniais" / alternativos vêm conquistando uma parcela de mercado antes inexistente. Inúmeros produtos estão presentes nas redes de supermercados, em feiras específicas, restaurantes e lanchonetes do mundo inteiro visando atender às exigências de um consumidor disposto, muitas vezes, a pagar mais caro por esses alimentos. Certa aversão a tudo o que é químico, tóxico, ou simplesmente, industrializado, produzido por grandes corporações vem sendo observada, existindo ainda a crença de que esses produtos são mais saudáveis, mais seguros.

O mercado avícola não escapa desta tendência, incluindo-se aí os ovos, considerados alimentos altamente nutritivos, de baixo custo e que possibilitam a fabricação de diversos produtos alimentícios. Atualmente a grande maioria dos ovos comercializados é produzida em sistemas convencionais de baterias de gaiolas, que foram desenvolvidos visando à eficiência produtiva e à prevenção de enfermidades.

No entanto, nota-se atualmente em uma parcela dos consumidores, um descontentamento frente ao bem estar das aves mantidas em tais sistemas de produção, já que para eles não são respeitadas algumas das cinco liberdades que devem ser asseguradas aos animais (FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL, 1979): *estarem livres de fome e sede, livres de desconforto, livres de dor, lesões e doenças, livres para expressar seu comportamento normal, livres de medo e estresse*. Tal percepção tem impulsionado as exigências de mudanças nestes sistemas de criação dos animais de produção.

Tais mudanças por sua vez suscitam questões importantes: como são produzidos os alimentos nesses novos sistemas? Quais as reais diferenças que podem ser encontradas entre os produtos tradicionais e os “alternativos” disponíveis no mercado? No intuito de responder parte desses questionamentos, especificamente em relação aos ovos, foi proposto o presente estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Apreciado devido ao seu alto valor nutritivo e propriedades funcionais, o ovo é um item importante na alimentação humana. E devido ao seu baixo custo, nos países em desenvolvimento, é frequentemente a única fonte proteica acessível à população (BRAGAGNOLO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

A China é o país de maior produção de ovos, seguida pela Índia, Japão, México, Federação Russa, Brasil e Indonésia (FAOSTAT, 2011). No ano 2012, o Brasil produziu 1806 milhões de dúzias de ovos, consumindo 98% de sua produção (ANUÁRIO NDA PECUÁRIA BRASILEIRA, 2013). No 1º trimestre de 2013, os maiores produtores nacionais foram São Paulo (29,4%), Minas Gerais (10,5%) e Paraná (9,5%) (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013).

2.1 Sistemas de Produção de ovos

Nos anos 50, a indústria de galinhas poedeiras consistia de rebanhos pequenos de pastejo livre, sendo que com o passar dos anos tornou-se uma das formas mais intensivas de produção animal, sendo caracterizada por baterias de gaiolas (sistemas de alojamento com controles de luminosidade, ventilação e alimentação automatizados), que provêm espaço limitado e não permitem a expressão dos comportamentos naturais, como banhos de areia ou movimentos de bater asas (VAN HORNE; ACHTERBOSCH, 2008).

Apesar de melhorar a sanidade das aves (SAVORY, 2004) e aumentar a eficiência produtiva, reduzindo custos, o alojamento em baterias de gaiolas tornou-se uma das maiores preocupações de muitos cientistas e do público em geral, devido à negligência frente ao bem estar dos animais (MOLLENHORST et al., 2005; LAYWEL, 2006). As críticas voltadas aos sistemas de alojamento constituem parte de uma conscientização maior relacionada à intensificação da produção de alimentos na Europa e seus efeitos na saúde e bem-estar dos animais (MENCH, SUMNER, ROSEN-MOLINA, 2011). Essa questão recebeu atenção do público em geral devido à publicação do livro “Animal Machines” de Ruth Harrison (1964), bem como um texto do governo do Reino Unido sobre bem estar animal, conhecido como “Brambell Report” (1965).

Na União Europeia (UE), estas preocupações resultaram na proibição de baterias de gaiolas a partir do ano de 2012 em propriedades com plantéis de 350 aves ou mais (EUROPEAN COMMUNITIES, 1999). No estado norte-americano da Califórnia, alterações nas normas de criação de galinhas poedeiras são previstas para o ano de 2015 (CALIFORNIA HEALTH AND SAFETY CODE, 2009) e em todo o mundo aumentam as pressões,

especialmente de determinados nichos consumidores, para que sejam respeitadas as condições de bem estar dos animais de produção.

Em resposta a tais demandas, sistemas de alojamento alternativos vêm sendo desenvolvidos e implantados em todo o mundo. O atual produtor comercial de ovos deve escolher entre quatro principais sistemas de alojamento (BOTHERAS et al., 2006):

- Em baterias de gaiolas (sistema convencional): caixas pequenas com piso de arame soldado e malha inclinada;
- Gaiolas enriquecidas, com poleiro, ninho e, em alguns casos, área para ciscar;
- Sistemas de celeiro: no qual as aves são mantidas sobre a cama e têm liberdade para movimentar-se;
- Sistema de pastejo livre (FR): semelhante ao celeiro, mas as aves também têm acesso à área externa, com pasto.

No Brasil, para que o ovo seja registrado e comercializado como caipira / colonial / tipo ou estilo colonial / caipira, as galinhas devem ser alimentadas com dietas exclusivamente de origem vegetal, sendo proibida a adição de pigmentos sintéticos na ração (BRASIL, 1999); em relação aos antimicrobianos não há especificação quanto ao seu uso, portanto devem ser considerados os limites máximos de resíduos estipulados pelo Programa Nacional de Controle de Resíduos (BRASIL, 2013). Não há uma regulamentação específica para os sistemas FR.

Mesmo com tais inovações, a bateria de gaiolas continua sendo a forma mais econômica de produzir ovos (VAN HORNE, 2006), assim como o sistema

também tem se mostrado como a melhor forma de prevenir enfermidades (HULZEBOSCH, 2006).

Paradoxalmente, apesar do desenvolvimento destes sistemas alternativos de produção, de acordo com um estudo realizado na Espanha, o atributo determinante para a escolha dos consumidores de ovos ainda é o preço, seguido pela alimentação das aves e suas condições de criação. Apenas alguns grupos de consumidores estão dispostos a pagar um valor maior por produtos oriundos de criações alternativas (MESÍAS et al, 2011).

Mesmo dentre aqueles dispostos a pagar mais por tais produtos, nem sempre a preocupação com o bem estar das criações animais revela-se o principal estímulo para esta aquisição. Segundo estudos realizados na Austrália por Parker, Brunswick e Kotey (2013), o ponto central que os leva a adquirir estes alimentos é o fato de que os mesmos não estão associados aos interesses comerciais das grandes indústrias dominantes da produção.

De qualquer forma, a mudança do sistema convencional para as gaiolas enriquecidas e para o sistema FR está acontecendo e essas diferentes formas de criação podem afetar a segurança e/ou a qualidade dos ovos deixados pelas aves nesse novo ambiente. A segurança pode ser alterada através da contaminação de seu conteúdo interno por micro-organismos patogênicos, parasitos ou agentes químicos introduzidos no ambiente (HOLT et al., 2011).

De acordo com Lay et al. (2011), é evidente que a literatura comparando todos os fatores envolvidos nos diferentes sistemas de alojamento ainda é escassa. No entanto, algumas generalidades são certas: a mortalidade é geralmente menor em gaiolas enriquecidas quando comparadas a gaiolas convencionais e, podem ser alcançados níveis inaceitáveis em sistemas livres

de gaiolas. A maior complexidade ambiental certamente tem um efeito. Ambientes complexos possibilitam a persistência de patógenos e parasitos, enquanto que ambientes mais simples são facilmente higienizados e o problema é mais facilmente eliminado. Ambientes complexos fornecem maiores possibilidades de interação entre as galinhas e expressão de seus comportamentos naturais, aumentando o seu bem estar, mas também possibilitam canibalismo e predação. O efeito nutricional de permitir o acesso à forragem ainda é pouco compreendido. As galinhas podem experimentar o estresse em todos os tipos de alojamento. Nenhum deles é capaz de suprir todos os parâmetros de bem estar. O gerenciamento de cada sistema tem um efeito considerável no bem estar das aves. A combinação correta de alojamento, alimentação, condições de manejo são essenciais para otimizar o bem estar e a produção.

2.2 Composição nutricional

A composição nutricional do ovo produzido a partir de diferentes sistemas é uma informação importante tanto para os consumidores como para os produtores comerciais. Publicações em fontes populares têm propagandeado que ovos oriundos de sistemas FR apresentam um maior valor nutricional (LONG, ALTERMAN, 2007; LONG, NEWBURY, 2008).

Comparações realizadas na Comunidade Europeia, no entanto, indicaram que não há vantagens nutricionais significativas nos ovos produzidos em sistemas de galinhas livres de gaiolas sobre aqueles produzidos em gaiolas convencionais (HIDALGO, ROSSI, RATTI, 2008).

Anderson (2011) avaliou os maiores plantéis avícolas dos Estados Unidos, tendo verificado que ovos produzidos por galinhas que pastejam têm maior conteúdo de gorduras totais quando comparados aqueles produzidos por aves em gaiolas, mas não apresentaram maiores níveis de colesterol. Ressalte-se que os ovos produzidos atualmente em ambos os sistemas apresentaram menores níveis de colesterol em relação ao que se acreditava que possuíam. Também não foram observadas diferenças nos níveis de vitamina A ou E. No entanto, os níveis de β -caroteno foram maiores em ovos de pastagens, o que pode ter contribuído com a coloração mais escura da gema observada nesses ovos durante o estudo. Assim, o autor conclui que não é possível estabelecer uma vantagem nutricional significativa dos ovos produzidos em pastejo livre sobre aqueles produzidos em gaiolas.

2.3 Contaminação bacteriana

Em relação a este quesito, pesquisas comparando as implicações microbiológicas dos diversos métodos de produção de ovos têm sido realizadas na Europa e nos Estados Unidos da América e frequentemente apresentam resultados contraditórios (DE REU et al., 2005; SINGH et al., 2009; JONES et al., 2011).

Quarles, Gentry e Bressler (1970) relataram que alojamentos no piso têm, aproximadamente, nove vezes mais bactérias no ar, e vinte a trinta vezes mais bactérias aeróbicas na casca em relação aos ovos produzidos em gaiolas. Harry (1963) relatou que as cascas de ovos de sistemas de camas sobrepostas apresentam em média quinze vezes mais bactérias e maior proporção de organismos potencialmente deteriorantes que ovos de baterias de gaiolas.

Durante a produção, a origem da contaminação bacteriana para o ovo pode ser o ambiente e/ou as galinhas (TODD, 1996). Aerossóis de partículas fecais podem se instalar nos ovos (THERON, VENTER, LUES, 2003) e após aderirem à casca, são capazes de atravessá-la e contaminar o seu conteúdo interno (WANG & SLAVICK, 1998).

Em um estudo realizado por Holt et al. (2011) relacionado à contaminação por *Salmonella* em ovos produzidos em diferentes ambientes, os autores concluíram que nenhuma recomendação clara pode ser feita devido a natureza variável das condições de estudo (linhagem das aves, idade das aves, ambiente, idade do sistema de alojamento, dieta das aves, clima, práticas de manejo, entre outros).

A contaminação fecal da casca é normalmente considerada maior que a contaminação de seu conteúdo, e frequentemente está relacionada à contaminação visível e ao grau de excreção de *Salmonella* nas fezes (DAVIES & BRESLIN, 2004). Ovos externamente contaminados representam um risco para o processamento, bem como podem resultar em contaminação cruzada para o conteúdo dos ovos ou outros produtos alimentícios (HUMPHREY et al., 1989).

Vários sorovares de *Salmonella*, especialmente *Salmonella* Enteritidis podem ser detectados no conteúdo de ovos após a penetração através da casca. Isto tem maior probabilidade de ocorrer após os primeiros minutos da ovoposição, quando a cutícula está imatura e oferece menos proteção. Além disso, o diferencial positivo de temperatura (o ovo recém-posto é mais quente que o ambiente) cria uma pressão negativa que permite a entrada da bactéria

se houver um ambiente úmido na superfície da casca (MESSENS, 2005). A contaminação da casca para o conteúdo é mais provável se a casca é de baixa qualidade devido à idade mais avançada das aves, deficiências nutricionais, ou infecções virais (JONES, et al., 2002).

Nos surtos em que a *Salmonella* Enteritidis esteve envolvida e o veículo alimentar foi identificado, 75% deles estavam relacionados a produtos à base de ovos, ou possuíam ovos dentre os ingredientes (BRADEN, 2006).

Recentemente na União Europeia, o número de casos humanos de salmonelose tem decrescido gradualmente e paralelamente à esta redução, o decréscimo no número de plantéis avícolas infectados pelo patógeno também vem sendo observado (EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2011). Acredita-se que a implementação da Regulamentação Europeia (COMMISSION REGULATION EC, 2003; COMMISSION REGULATION EC, 2006) e a vacinação dos plantéis comerciais (COLLARD et al., 2008; EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY, 2007) tenha causado essa redução. (BARROW et al., 2012).

No Japão, os casos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) relacionados à *Salmonella* também diminuíram significativamente no período de 2000-2010 (MINISTRY OF HEALTH, LABOUR AND WELFARE OF JAPAN, 2011), sendo que em um estudo conduzido de junho de 2010 a janeiro de 2011 foi relatada uma prevalência estimada de *S. Enteritidis* de 0,003% nos ovos comerciais do país, uma redução de dez vezes no resultado observado nos anos 90 (ESAKI et al., 2013).

No Brasil também ocorreu uma redução no número de surtos de DTA provocadas pela ingestão de ovos, da faixa de 101 ao ano, em 2000,

mantendo-se uma média constante até o ano de 2010 quando foram relatados somente 7 surtos e, em 2011, quatro surtos. O número de surtos relacionados a todas as classes alimentares em que a *Salmonella* esteve envolvida também decresceu de 140 no ano 2000 para 19 no ano de 2011 (BRASIL, 2011).

No Brasil, não há dados referentes à infecção nos plantéis avícolas e contaminação de seus produtos após a implantação de Programas de Controle, como as Normas de Higiene e Segurança Sanitária para Habilitação de Estabelecimentos Avícolas de Criação de Aves e Incubatórios Avícolas (1998) e as Normas Técnicas para o Controle e Certificação de Núcleos e Estabelecimentos Avícolas (2003). Assim fazem-se necessários levantamentos do *status* sanitário de ovos, aves e ambiente de produção de ovos no país, a fim de se avaliar a sua qualidade higiênico-sanitária.

2.4 Qualidade física

A qualidade física do ovo é um importante atrativo ao consumidor e engloba muitos aspectos (STADELMAN, 1977) relacionados à casca, ao albúmen e à gema. Essa qualidade tem base genética e varia entre as linhagens de galinhas (PANDEY et al., 1986; SILVERSIDES, KORVER, BUDGEELL, 2006), também é influenciada pelo sistema de alojamento em que a ave é mantida (MENCH et al., 1986; FRASER & BAIN, 1994; VITS et al., 2005) e pela idade das galinhas (SILVERSIDES et al., 2006).

O ovo é composto por 30-33% de gema, aproximadamente 60% de albúmen e 9 a 12% de casca (STADELMAN, 1995). Defeitos na qualidade da casca podem causar perdas significativas para a indústria de ovos comerciais. Entre 10 e 15% dos ovos de poedeiras são perdidos antes e durante o

processo de coleta por apresentarem algum tipo de problema relacionado à qualidade da casca (ROLAND 1988; COUTTS et al., 2007). Os parâmetros mais utilizados para avaliar a qualidade da casca são espessura, peso, porcentagem da casca em relação ao peso do ovo, resistência e gravidade específica do ovo (ROBERTS, 2004).

Alguns estudos têm descrito os efeitos dos diferentes sistemas de alojamento na qualidade dos ovos (TORGES et al., 1976; PAVLOVSKI, MASIC, APOSTOLOV., 1981), mas há pouca pesquisa relacionada especificamente à qualidade do ovo produzido por galinhas criadas em sistemas ao ar livre (LEYENDECKER et al., 2001a,b) ou são estudos realizados há muitos anos atrás.

Comparações diretas entre os sistemas de produção (gaiola, celeiro, FR) no que se refere à qualidade física dos ovos são dificultadas pelo grande número de variáveis envolvidas. Por exemplo, um dos problemas referentes à qualidade da casca no sistema FR pode estar relacionado a um mau balanceamento na dieta das aves (FRASER & BAIN, 1994), sendo que no caso de galinhas mantidas em gaiolas, este mesmo problema pode ser resultante da densidade das aves alojadas (MENCH et al., 1986). Por outro lado outros autores descrevem que tais efeitos não são consistentes (LEE & MOSS, 1995).

Assim, são necessários estudos que permitam comparações entre diferentes sistemas, controlando-se algumas variáveis tais como linhagem das aves, arraçoamento e temperatura da instalação, o que em condições não experimentais é muito difícil de ser encontrado.

2.5 Contaminação química

Além de questões relacionadas à contaminação biológica e alterações de qualidade física dos ovos, a contaminação química também deve ser levada em consideração, já que a alteração de ambiente pode favorecer ou dificultar o contato das galinhas/ovos com esse tipo de contaminante. Substâncias tóxicas, como dioxinas, micotoxinas, metais pesados, agrotóxicos, medicamentos veterinários e poli-hidrocarbonetos aromáticos cíclicos são quase onipresentes no meio ambiente. Assim, eles também podem estar presentes em ingredientes utilizados na fabricação de ração animal (KAN; MEIJER, 2007).

O uso de defensivos agrícolas é a estratégia de controle de plantas daninhas, doenças e pragas mais amplamente utilizada em todo o mundo. No Brasil, um dos maiores produtores mundiais de alimentos, mais que 90% dos produtores utilizam agrotóxicos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2006) e o país foi ranqueado como o primeiro em utilização de defensivos agrícolas no mundo nos anos recentes, com mais de 673 milhões de toneladas aplicadas em 2008 (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL, 2009).

Os efeitos da exposição crônica a defensivos agrícolas, através da dieta, na saúde humana não estão bem definidos, mas há um aumento nas evidências relacionadas à carcinogenicidade, genotoxixidade e à disfunções hormonais (BARANOWSKA, BARCHANSKA, PACAK, 2006; FONTCUBERTA et al., 2008).

Aulakh et al (2006) encontraram altos níveis de resíduos de defensivos agrícolas, incluindo HCH e DDT na ração, carne e ovos em uma propriedade

na Índia, o que indica que a ração pode ter sido uma das maiores fontes de contaminação para a carne e os ovos.

E enquanto a metodologia para pesquisa de resíduos de defensivos agrícolas no ambiente e em amostras de origem vegetal é abundante na literatura, a metodologia voltada à determinação de defensivos agrícolas em produtos de origem animal ainda é ínfima (LEDOUX, 2011).

Os resíduos de medicamentos veterinários em alimentos de origem animal podem representar perigos aos consumidores, como reações alérgicas e o desenvolvimento de bactérias resistentes pela ingestão de doses sub-terapêuticas de antimicrobianos (BOTSOGLOU & FLETOURIS, 2001). Ainda, a presença de antimicrobianos nos alimentos está associada a muitos efeitos adversos à saúde, que incluem hipersensibilidade, lesão tecidual, distúrbios gastrintestinais, e desordens neurológicas (LEE, LEE, RYO, 2000; WASSENAAR, 2005).

Muitos antibióticos são utilizados no tratamento dos animais e há diversos relatos de que os mesmos estão presentes nos alimentos de origem animal (WASSENAAR, 2005). Atualmente muito poucas quinolonas ou fluoroquinolonas estão autorizadas para uso em frangos de corte em diferentes regiões do mundo e, nenhuma quinolona está autorizada para o uso em galinhas poedeiras devido ao seu potencial uso incorreto e subsequente presença de seus resíduos nos ovos. Para proteger os consumidores, limites máximos de resíduos (LMR) tem sido estabelecidos para estas drogas em alguns alimentos de origem animal (EUROPEAN MEDICINES AGENCY, 2006; FOOD AND DRUG ADMINISTRATION, 2006; BRASIL, 2013).

No período de janeiro/2000 a dezembro/2010, o sistema de alertas rápido para alimentos e alimentação da União Europeia (RAPID ALERT SYSTEM FOR FOOD, 2010) registrou oito notificações de alerta e 12 notificações de informação relacionadas à presença de medicamentos veterinários em ovos e produtos de ovos e as substâncias detectadas foram nitrofuranos, quinolonas, macrolídeos e sulfonamidas.

Em 1988, Moat afirmou que pouco era sabido sobre a segurança alimentar em relação aos agentes antimicrobianos em países em desenvolvimento e, nos dias atuais, a afirmação ainda é válida.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar parâmetros de qualidade e segurança alimentar de ovos produzidos em dois diferentes sistemas de alojamento para galinhas poedeiras (FR e bateria de gaiolas).

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Enumerar Enterobactérias nas cascas de ovos de dois diferentes sistemas distribuídos em três granjas;

Pesquisar e, quando presentes, identificar quanto ao sorovar às cepas de *Salmonella* detectadas nas cascas de ovos e no ambiente de cada granja;

Determinar as diferenças entre parâmetros físicos internos e externos dos ovos em duas granjas alojadas em uma mesma propriedade com sistemas de criação diferentes.

Validar um método multirresíduo de análise de cromatografia líquida associada à espectrometria de massas para pesquisar e quantificar os resíduos de antimicrobianos e defensivos agrícolas presentes no conteúdo de ovos.

Quantificar os resíduos de antimicrobianos e defensivos agrícolas no conteúdo de ovos de três granjas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente seriam utilizados dois sistemas, um FR e outro convencional dentro de uma mesma propriedade para o estudo. No entanto, com o intuito de trazer maior confiabilidade aos resultados relacionados a algumas variáveis avaliadas foi necessária a inclusão de uma nova granja de sistema convencional de criação, instalada em outra propriedade.

4.1 Sistemas de produção – Propriedade 1

Em uma mesma propriedade localizada no município de São Manuel, SP havia dois sistemas de criação de galinhas poedeiras (convencional em gaiolas e FR), o que diminuiu a chance de introdução de viéses relacionados à linhagem e condições macroclimáticas. Os galpões foram construídos no mesmo sentido e, as aves (82% delas linhagem Hysex Brown e 18% linhagem Dekalb Brown) eram adquiridas com um dia de vida e debicadas ao 7º dia e na

9ª semana. Era utilizado o inseticida Cipermetrina como método de prevenção contra *Alphitobius diaperinus*, as vacinações preconizadas para a região eram administradas e, no sistema FR, era realizada vacinação preventiva contra salmoneloses. Segundo o veterinário responsável, não eram utilizados antimicrobianos para tratamento das galinhas. As aves recebiam água da mesma fonte (poço artesiano). O esquema de iluminação era feito com 12 horas de luz natural e 4 horas de iluminação artificial. O arraçoamento era automático e a coleta de ovos manual, realizada duas vezes ao dia. Eram alojados 11 lotes de aves ao ano em cada um dos sistemas. A ração era preparada na propriedade, sendo que no sistema FR era à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e pigmentantes sintéticos para a gema: *Carophill Yellow* e *Carophill Red*; no sistema convencional, era adicionado trigo à mesma ração (e não eram utilizados pigmentantes sintéticos para a gema). Os ovos eram higienizados e embalados na propriedade e assim distribuídos para o comércio na forma de atacado.

4.1.1 Free range (FR)

A granja possuía, em média, 45.000 aves em diferentes fases de produção distribuídas em onze galpões, com a produção média diária de 13.500 ovos. Cada galpão era equipado com comedouros tipo prato, bebedouros tipo *nipple*, ninhos, poleiros, cama de palha de arroz e saídas laterais para as áreas de pastejo, com 2m²/ave (Figura1).



FIGURA 1: Vista geral de um dos galpões que utilizava o sistema FR.

4.1.2 Sistema convencional de gaiolas (C1)

A granja possuía, em média, 250.000 aves em diferentes fase de produção, alojadas em gaiolas 45x60cm, distribuídas em 31 galpões, a produção média diária era de 38.000 ovos os comedouros eram cochos de madeira e os bebedouros do tipo *nipple* (Figura 2).



FIGURA 2: Vista geral de um dos galpões que utilizava o sistema C1.

4.2 Sistema de produção – Propriedade 2 - convencional de gaiolas (C2)

A terceira granja avaliada (Figura 3) estava localizada no município de Botucatu-SP e realizava o mesmo esquema de iluminação das anteriores. O arraçoamento era manual e os bebedouros do tipo *nipple*. Havia 9 núcleos de criação de aves da linhagem Novogen (350.000 aves) em diferentes fases de produção, alojadas em gaiolas 45x60cm. A ração era preparada na

propriedade, constituída de milho, farelo de soja e farinha de carne. A produção média diária era de 46.000 ovos, que eram higienizados e embalados na propriedade e assim distribuídos para o comércio na forma de atacado. As aves eram adquiridas com um dia de vida e debicadas ao 7º dia e na 9ª semana, receberam as vacinações preconizadas para a região. Não foram utilizados antimicrobianos.



FIGURA 3: Vista geral de um dos galpões que utilizava o sistema C2.

4.3 Cálculo da amostragem para análises microbiológicas

4.3.1 Enumeração de Enterobactérias

Simulações (DOHOO et al., 2010; SAS INSTITUTE, 2009) foram realizadas para estimar o número de ovos necessário para detectar uma diferença significativa nas contagens de Enterobactérias (log UFC/ml) entre os sistemas avaliados (MACDIARMID, 1988). As diferenças nas médias de enterobactérias entre os dois sistemas iniciais foi baseada na literatura científica

(RODENBURG et al., 2006; DE REU et al., 2007) e estimada entre 0,3 a 0,9 log UFC/casca de ovo, com desvio padrão de 1 a 1,2 log UFC/casca de ovo. O resultado das simulações indicou que seriam necessárias 63 amostras, coletadas em cada período de cada um dos sistemas (considerando quatro períodos de coleta), totalizando 756 ovos ao término do experimento. As simulações foram realizadas considerando um poder estatístico de 80%, nível $\alpha = 0,05$ (teste bicaudal).

4.3.2 Pesquisa de *Salmonella* (DOHOO et al., 2010)

Para detectar a presença de *Salmonella* em uma população de 5000 ovos (em uma granja de aproximadamente 5000 aves) e supondo que a prevalência de ovos contaminados varie entre 2 e 4%, uma amostra de 200 ovos por sistema (total de 400 ovos) era necessária (DOHOO et al., 2010; SAS INSTITUTE, 2009). As prevalências estimadas foram baseadas na literatura científica (POPPE, DUNCAN, MAZZOCCO, 1998; DE BOER & WIT, 2000; DE REU et al., 2006), sendo a sensibilidade do teste (exame microbiológico do lavado da casca dos ovos) estimada em 90%.

4.4 Metodologias de avaliação

Para a realização das análises microbiológicas, foi selecionado um lote com aproximadamente 5000 aves de cada sistema na fase de pico de produção.

4.4.1 Análises microbiológicas

Nos sistemas de produção FR e C1, as coletas foram realizadas no período de 10/07 a 27/08/12, sendo que no mesmo dia eram coletados ovos, material de ninho, suabe de comedouro e bebedouro, ração dos comedouros e da fábrica de ração e água dos bebedouros e diretamente do poço artesiano de ambos os sistemas. Foram realizadas quatro coletas, sendo que na primeira e na última delas foi realizada a pesquisa de *Salmonella* nas cascas de ovos e amostras ambientais, de material de ninhos, ração e água. Nas quatro coletas foi realizada pesquisa e enumeração de enterobactérias nas cascas de ovos. Foram coletados 100 ovos diretamente dos ninhos ou esteiras de cada sistema utilizando-se as mãos enluvadas e bolsas de coleta individuais para cada ovo para a pesquisa de *Salmonella* e, desses 63 foram utilizados para enumeração de enterobactérias (sendo que, no total, foram perdidas 8 amostras devido à quebra dos ovos durante o transporte), 100 ml de água de bebida nos bebedouros e em sua fonte primária (poço artesiano), 100g da ração nos comedouros e na fábrica de ração, 100g de material dos ninhos (palha de arroz) para pesquisa de *Salmonella*. No caso dos bebedouros e comedouros a sua superfície foi amostrada com a utilização de esponjas embebidas em 10 ml de solução salina 0,85% e acondicionadas em bolsas de coleta contendo 90ml da solução (um comedouro e um bebedouro de cada sistema foi amostrado na primeira e na última coleta). Na segunda e terceira coletas foram coletados 63 ovos de cada sistema para enumeração de enterobactérias.

Na granja C2 foram realizadas três coletas incluindo a mesma amostragem utilizada nos sistemas anteriores, excetuando se ao material de ninhos. As coletas foram realizadas no período de 22/10 a 12/11/2012.

Todas as amostras foram colocadas em caixa isotérmica refrigerada para o seu transporte até o laboratório. O início das análises se deu em até duas horas após a coleta para enumeração de enterobactérias e em até 24 horas para pesquisa de *Salmonella* spp.

4.4.1.1 Enumeração de Enterobactérias Cada ovo foi imerso em 10 ml de água peptonada tamponada 1% e enxaguado em uma bolsa plástica durante 1 minuto, em dois momentos, com um intervalo de cinco minutos entre os mesmos (DE REU et al., 2005); a partir desta solução foram realizadas diluições seriadas e transferida uma alíquota de 1ml de cada uma delas para placas de Petrifilm EB (3M), sendo as mesmas incubadas a 35-37°C por 24h, seguidas da leitura dos Petrifilms, conforme recomendação do fabricante (Figura 4).

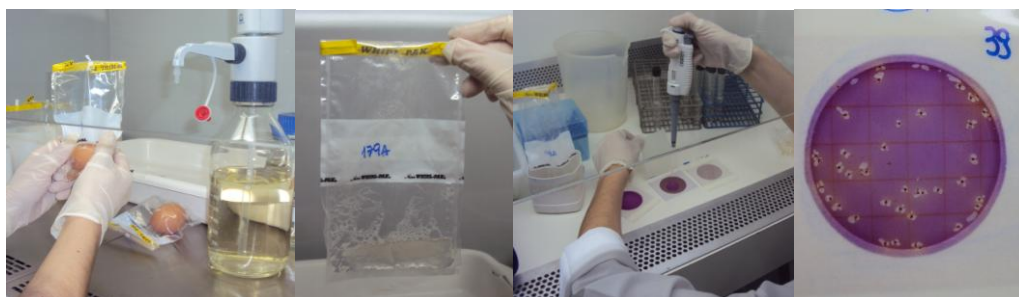


FIGURA 4: Procedimento de enxágue dos ovos e distribuição em placas para a enumeração de Enterobactérias.

4.4.1.2 Pesquisa de *Salmonella* sp. (Adaptado de: ANDREWS & HAMMACK, 2011)

Em relação aos ovos, a pesquisa do patógeno se deu a partir da solução restante do enxágue da qual haviam sido retiradas as alíquotas para enumeração das enterobactérias. O volume restante foi então incubado a 35-37°C/24h (fase de pré-enriquecimento). No caso das demais amostras (ração,

material dos ninhos, água de bebida das aves e da fonte primária de abastecimento e superfícies de bebedouros e comedouro), foram transferidos 25g da ração e do ninho, 25 ml da água e 25 ml da solução de transporte das esponjas empregadas nas análises das superfícies para bolsas Whirl-Pak contendo 225 ml de água peptonada tamponada 1% (Difco®). Todo este material foi então incubado a 35-37°C/24h (fase de pré-enriquecimento). Finalizado o pré-enriquecimento de todas as amostras, alíquotas de 1 e 0,1ml de cada uma delas foram transferidas para tubos de ensaio contendo 10ml de caldo Tetracionato Hajna (Difco®) e 10ml de caldo Rapaport-Vassiliadis (Difco®), respectivamente. Os tubos de Tetracionato Hajna (Difco®) foram incubados a 35°C/24h e os de Rapaport Vassiliadis (Difco®) a 42°C/24h. A seguir foi efetuado o plaqueamento dos caldos em placas de ágar Xilose Lisina Desoxicolato (Difco®) e Mannitol Lysine Crystal Violet Brilliant Green Agar (Difco®), sendo as mesmas incubadas a 35-37°C/24-48h. De três a cinco colônias típicas de *Salmonella* sp. foram repicadas para Agar Tríplice Açúcar Ferro (Difco®) e Agar Lisina Ferro (Difco®) incubados a 35-37°C/24h. As cepas que apresentaram reação característica para o patógeno em pelo menos um desses dois meios de cultura foram submetidas a provas bioquímicas complementares (Indol, Vermelho de metila, Voges Proskauer, Citrato de Simons, Motilidade, Fenilalanina, Ureia) e à sorologia, empregando-se soro polivalente somático e flagelar (Probac®). As cepas positivas para *Salmonella* foram encaminhadas à Fundação Oswaldo Cruz, Laboratório de Enterobactérias para identificação do sorovar.

Após a realização dos enxágues, 30 ovos de cada sistema foram quebrados e seu conteúdo foi acondicionado em tubos Falcon. Esse material ficou submetido ao congelamento para análises posteriores de pesquisa de resíduos químicos (agrotóxicos).

4.4.1.3 Análise Estatística

As contagens obtidas de enterobactérias foram convertidas para a escala logarítmica ($\log 10$). Foi utilizada Análise de Variância (SAS INSTITUTE, 2009) para comparar a média das contagens deste indicador entre os sistemas estudados. Um termo de interação entre sistema e coleta foi incluído no modelo para avaliar se a diferença entre sistemas dependeu da coleta analisada. O teste de Fisher (SAS INSTITUTE, 2009) foi utilizado para comparar a proporção de ovos positivos para *Salmonella* spp. entre os sistemas estudados.

4.4.2 Qualidade física externa e interna dos ovos

Novos ovos foram coletados para esta etapa do estudo, utilizando sempre aves em pico de produção.

4.4.2.1 Coleta das amostras

Foram utilizadas somente as granjas alocadas na mesma propriedade (FR e C1), evitando assim vieses de temperatura local e linhagem. Para iniciar a avaliação, um lote em pico de produção de cada sistema foi selecionado e utilizado até o final do estudo. O experimento foi conduzido no período de 14 de maio a 08 de agosto de 2012, sendo dividido em quatro ciclos de avaliação

de 28 dias cada, sendo assim representativo de toda a produção do lote. A cada ciclo eram realizados três dias de coleta de 30 ovos em cada sistema, totalizando 360 ovos por sistema. Os ovos eram coletados diretamente nos ninhos ou canaletas e analisados no mesmo dia.

4.4.2.2 Gravidade Específica (STALDEMAN & COTTERILL, 1990)

Foi avaliada mergulhando-se os ovos em soluções salinas (Figura 5) de densidades variando de 1,060 a 1,100 a cada 0,005, sendo que a gravidade específica de cada ovo foi determinada pela menor solução em que o ovo flutuou. As densidades foram confirmadas com a utilização de um densímetro.



FIGURA 5: Recipientes contendo as diferentes soluções salinas para flutuação dos ovos.

4.4.2.3 Resistência da Casca do Ovo à Quebra

Foi utilizado um texturômetro, TA.XT plus Texture analyser, utilizando-se sonda de ruptura de 75mm (P/2), velocidade de teste de 1mm/segundo (Figura 6). Os ovos eram pressionados pela sonda até que a sua casca se rompesse, sendo então neste momento determinada a sua resistência, expressa em kgf.



FIGURA 6: Texturômetro TA.XT plus Texture analyser utilizado para aferir a resistência da casca do ovo à quebra.

4.4.2.4 Percentagem de Gema

Foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

4.4.2.5 Coloração da Gema

Foi estimada pela comparação da coloração da gema com abanico colorimétrico Roche® (Figura 7).



FIGURA 7: Abanico colorimétrico Roche® com medidas numéricas de 2 a 15.

4.4.2.6 Percentagem de Albúmen

Foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

4.4.2.7 Unidade Haugh (STALDEMAN & COTTERILL, 1990)

Inicialmente foi determinada a altura do albúmen, por meio de paquímetro digital (Figura 8) e empregou-se a fórmula a seguir:

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W^{0,37})$$

Onde, H = altura do albúmen (mm); W = peso do ovo (g); 7,57 = fator de correção para altura do albúmen; 1,7 = fator de correção para peso do ovo.



FIGURA 8: Medida da altura do albúmen utilizando paquímetro acoplado ao suporte.

4.4.2.8 Espessura de casca

Após a lavagem da casca e secagem em estufa, foram realizadas três medidas na região equatorial do ovo com a utilização de um paquímetro, sendo feita a média dessas mensurações, e o resultado expresso em milímetros (Figura 9).



FIGURA 9: Lavagem e medida da espessura da casca com auxílio do paquímetro.

4.4.2.9 Peso da Casca por Superfície de Área (ABDALLAH, HARMS, EL-HUSSEINY, 1993)

Foi determinado através da fórmula: $PCSA = (\text{peso da casca} / 3,9782 \times (\text{peso do ovo}) 0,7056) \times 1000$ e expresso em mg/cm^2 .

5.4.2.10 Análise Estatística

Inicialmente a distribuição das variáveis foi analisada e estatísticas descritivas foram produzidas. Modelos de medidas repetidas (SAS Institute, 2011) foram usados para comparar cada variável-resposta (resistência da casca do ovo à quebra, percentagem de gema, percentagem de albúmen, percentagem de casca, unidade Haugh, espessura de casca e peso da casca por superfície de área) entre os sistemas. Uma estrutura de covariância auto-regressiva foi utilizada para modelar a correlação entre as medidas repetidas dentro da mesma propriedade. O teste de análise de variância foi usado para ajustar os valores-p resultantes de comparações múltiplas. O nível de significância estatística foi definido como 0.05. Como as variáveis gravidade específica e cor da gema não apresentaram uma curva de distribuição normal

dos resultados foi utilizado o teste de Wilcoxon (SAS Institute, 2011) para comparar os seus resultados verificados em cada propriedade.

4.5 Validação e análises de cromatografia líquida e espectrometria de massas

Foram pesquisados nas amostras de ovos os resíduos dos seguintes antibióticos: Cloranfenicol, Enrofloxacina, Sulfadimetoxina, Sulfadiazina, Sulfametazina e Sulfatiazol, selecionados de acordo com a existência de limites máximos permitidos para ovos (BRASIL, 2013) e ainda tomando-se como base o Relatório de Medicamentos Utilizados na Avicultura de Postura no Estado do Paraná (MACHINSKI JUNIOR et al., 2005). No caso dos defensivos agrícolas foram selecionados: carbendazin, metolaclor, fipronil, epoxiconazole, flutriafol, piraclostrobin, glyphosate e seu metabólito ampa, carbaril, atrazina e malation, considerando o fato de que estes são os produtos mais comumente empregados no cultivo de milho e soja, os principais ingredientes utilizados para formulação de ração para galinhas poedeiras-

Para garantir que o método analítico fosse capaz de gerar informações confiáveis e interpretáveis, ele foi submetido a uma série de estudos experimentais com a finalidade de validá-lo. Os parâmetros geralmente envolvidos no procedimento de validação de um método analítico são: curva analítica, linearidade, limite de detecção e quantificação, precisão (repetibilidade e precisão intermediária) e exatidão (SANCO, 2007; RIBANI et al., 2007; LANÇAS, 2004). Os padrões analíticos dos compostos testados apresentaram grau de pureza superior a 98%.

Para a realização das análises foi utilizado um sistema LC-MS/MS (Figura 10), composto por um Cromatógrafo Líquido de Alta Eficiência (HPLC), marca Shimadzu, modelo Proeminence UFLC, que combina análise *ultra-rápida* e excelente desempenho de separação, com alta confiabilidade de resultados; equipado com duas bombas LC-20AD, autoinjeter SIL-20AC, degazeificador DGU-20A5, sistema controlador CBM-20A (permite a operação totalmente automatizada) e forno CTO-20AC (para controle da temperatura da coluna). Acoplado ao HPLC encontrava-se o espectrômetro de massas 3200 Q TRAP (Applied Biosystems), híbrido do tipo triplo quadrupolo, onde Q1 e Q3 são utilizados como filtros de massa e Q2 e como uma célula de colisão onde as moléculas intactas e fragmentos de Q1 são quebrados em fragmentos de massas menores. O modo utilizado nas análises é o triplo quadrupolo, sendo que Q3 é definido para detectar apenas uma massa especial, que é um fragmento conhecido da molécula intacta de massa conhecida filtrada por Q1. Este é o modo quantitativo padrão utilizado para metabólito alvo, tendo como principais vantagens alta sensibilidade e reprodutibilidade, baixo ruído e medição simultânea de até 100 compostos (QUEIROGA, 2010).



FIGURA 10: Cromatógrafo Líquido (Proeminence UFLC) acoplado ao espectrômetro de massas (3200 Q TRAP) LC-MS/MS. Botucatu/SP, 2012.

Para aperfeiçoar as condições do espectrômetro de massas foram realizadas injeções diretas no aparelho, com solução analítica padrão de 1 mg L⁻¹ de cada composto individualmente. A partir das infusões, foi escolhido o modo de ionização da fonte (ESI, ionização por *eletrospray*), que produz íons do analito na fase líquida antes de entrarem no espectrômetro de massas. O modo de ionização negativo foi utilizado para glyphosate e ampa. Para os outros compostos foi utilizado o modo de ionização positivo.

As condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização negativo e positivo estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1: Condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização negativo. Botucatu/SP, 2013.

Coluna cromatográfica	Gemini 5 μ C18 110 Å (150mm x 4,6mm)
Fase móvel	Fase A (FA) = 5 mM acetato de amônio em água Fase B (FB) = 5 mM acetato de amônio em metanol
Gradiente de fase móvel	0 – 4 minutos = 10%FB e 90% FA 4 – 6 minutos = 95% FB e 5%FA 6 – 8 minutos = 95% FB e 5% FA 8 – 10 minutos = 10%FB e 90% FA 12 minutos Stop
Fluxo da fase móvel	0,500 ml min ⁻¹

Tabela 2: Condições cromatográficas utilizadas para quantificação dos compostos no modo de ionização positivo. Botucatu/SP, 2013.

Coluna cromatográfica	Synergi 2,5 μ Hydro-RP 110 Å (50 x 4.60mm)
Fase móvel	Fase A (FA) = 0,1% Ácido <i>Fórmico</i> em água Fase B (FB) = 0,1% Ácido <i>Fórmico</i> em metanol
Gradiente de fase móvel	0 – 0,5 minutos = 10%FB e 90% FA 0.5 – 4,5 minutos = 95% FB e 5%FA 4,5 – 7,5 minutos = 95% FB e 5% FA 7,5 – 9,5 minutos = 10%FB e 90% FA 11 minutos Stop
Fluxo da fase móvel	0,400 ml min ⁻¹

Para uma identificação inequívoca que permita a quantificação do composto, é necessário monitorar mais do que um íon. A utilização do LC-MS/MS possibilita o controle do íon molecular e de transições iônicas provenientes da fragmentação do mesmo, garantindo a sensibilidade e a especificidade necessárias para a quantificação dos analitos, em concentrações, por vezes vestigiais, presentes em matrizes de elevada complexidade (QUEIROGA, 2009). A massa molecular e os fragmentos gerados a partir de cada molécula estão apresentados na Tabela 3. O

fragmento utilizado para quantificação de cada um dos compostos foi sempre o primeiro apresentado na Tabela 3, para cada composto.

Tabela 3: Massa molecular e íons secundários dos compostos analisados. Botucatu/SP,2013. (continua)

Composto	Massa molecular	Íons secundários (Fragmentos)
Cloranfenicol	322.841	275.0
		165.1
		83.2
Enrofloxacin	360.234	342.3
		245.3
		203.2
Sulfadimetoxina	311.013	155.9
		108.2
		64.9
Sulfadiazina	250.867	156.2
		64.9
		108.2
Sulfametazina	2790.066	108.2
		92.2
		156.3
Sulfatiazol	256.041	92.1
		156.1
		65.2
carbendazin	192.251	160.2
		132.3
		105.1
metolaclo	284.210	252.3
		176.2
		91.1
fipronil	436.912	368.0
		251.1
		263.1
piraclostrobin	388.134	163.2
		194.3
		104.2

(continuação)		
Composto	Massa molecular	Íons secundários (Fragmentos)
glyphosate	167.923	63.1
		78.8
		150.2
ampa	109.987	62.9
		78.9
		80.8
carbaril	202.145	145.1
		127.1
		117.2
atrazina	216.244	174.2
		68.1
		104.1
malation	331.014	99.00
		127.1
		125.0

A detecção e separação dos compostos foram realizadas em duas corridas, uma para o modo negativo (12 minutos), e outra para o modo positivo (11 minutos). Cada composto possui um tempo de retenção na coluna cromatográfica, sendo eles: Cloranfenicol (5,35 minutos), Enrofloxacin (4,20minutos), Sulfadimetoxina (5,24minutos), Sulfadiazina (3,97minutos), Sulfametazina (4,50minutos); Sulfatiazol (4,03minutos), carbendazin (3,98minutos), metolaclo (6,76minutos), fipronil (6,53minutos), epoxiconazole (6,65minutos), flutriafol (6,04minutos), piraclostrobin (6,86minutos), glyphosate (4,02minutos), ampa (3,65minutos), carbaril (5,95minutos), atrazina (6,28minutos) e malation (6,46minutos). A Figura 11 apresenta um exemplo de cromatograma de padrão analítico ($6.25 \mu\text{g L}^{-1}$) da Sulfadimetoxina, nas condições descritas anteriormente.

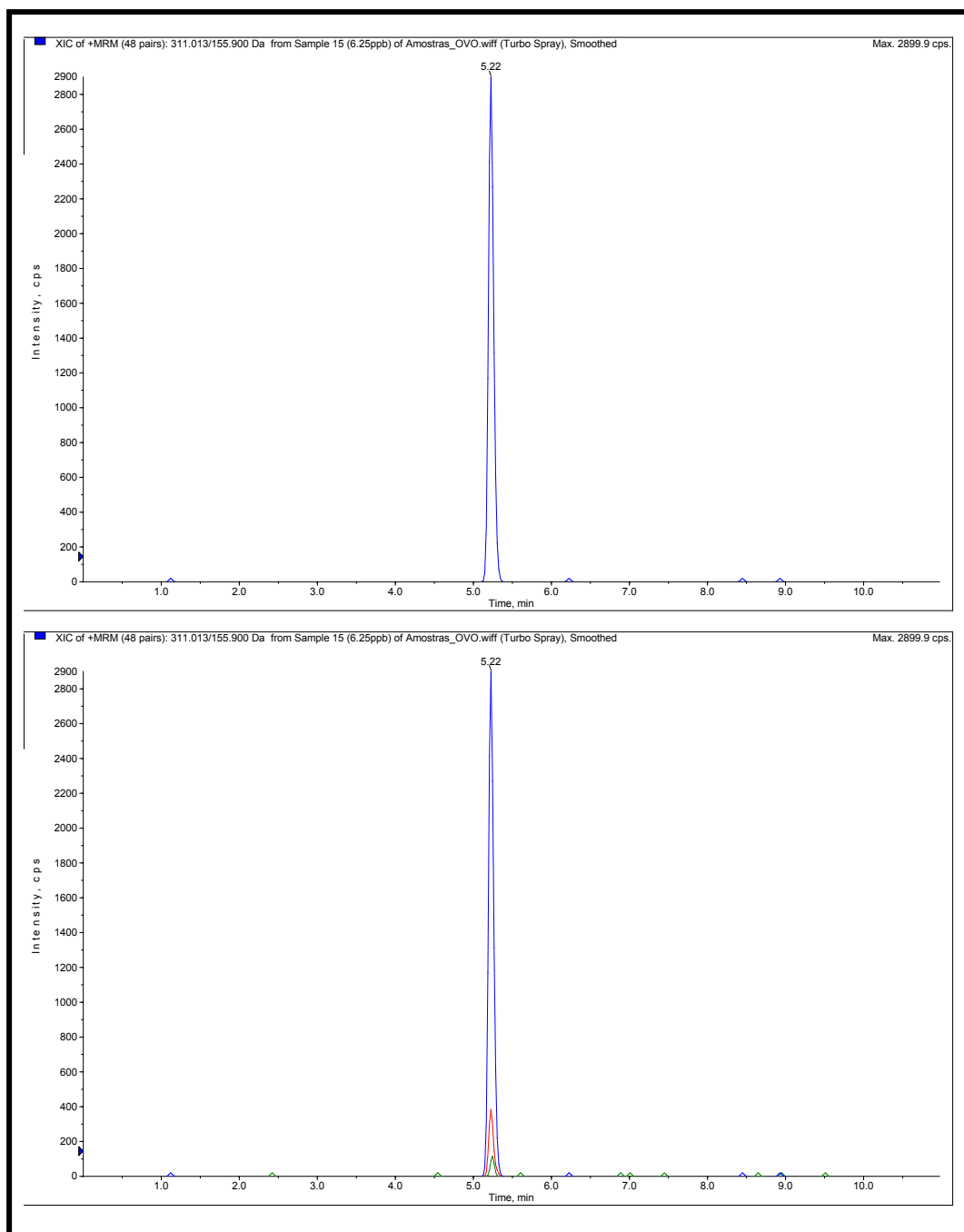


FIGURA 11: Cromatogramas da Sulfadimetoxina e os fragmentos gerados na concentração de $6.25\mu\text{g L}^{-1}$. Botucatu/SP, 2013.

A curva analítica é a ferramenta de quantificação mais frequentemente utilizada e consiste na determinação da resposta de determinado instrumento às várias concentrações da substância em estudo (FEINBERG, 2007). Segundo Gonçalves (2007), para a maioria das técnicas analíticas cromatográficas, uma relação linear de primeira ordem é observada entre a resposta do detector (y) e a concentração (x) do analito em estudo, podendo ser representada pela equação da regressão linear descrita abaixo, que deve também ter um alto coeficiente de correlação ($r > 0,9999$).

$$y = ax+b$$

Onde b é a intersecção da curva analítica e a é a inclinação da reta. As curvas analíticas para os compostos foram construídas nas faixas de concentração, descritas na Tabela 4. O modelo linear utilizado nas equações mostrou-se bastante adequado.

Tabela 4: Curvas analíticas e faixas de concentração para cada composto analisado. Botucatu/SP, 2013.

Composto	Equação da reta ($y=ax+b$)	r^2	Intervalo linear ($\mu\text{ L}^{-1}$)
Cloranfenicol	$y=216\text{ x}+10.1$	0.9970	3.125-200
Enrofloxacina	$y=2.12\text{e}+003\text{x} + 164$	0.9936	1.56-200
Sulfadimetoxina	$y=1.92\text{e}+003\text{x} + -226$	0.9925	0.78-200
Sulfadiazina	$y=1.36\text{e}+003\text{x} + -74.7$	0.9983	0.78-100
Sulfametazina	$y=3.41\text{e}+003\text{x} + -331$	0.9962	0.78-200
Sulfatiazol	$y=547\text{x} + -264$	0.9969	1.56-100
carbendazin	$y=4.13\text{e}+004\text{x} + 8.44\text{e}+003$	0.9909	0.78-100
metolaclor	$y=3.42\text{e}+004\text{x} + 1.22\text{e}004$	0.9975	0.78-100
fipronil	$y=604\text{x} + 95.1$	0.9950	0.78-100
epoxiconazole	$y=3.67\text{e}+004\text{ x} +1.66\text{e}+004$	0.9978	0.78-200
flutriafol	$y=1.63\text{e}+004\text{x} + 692$	0.9982	0.78-200
piraclostrobin	$y=2.12\text{e}+004\text{x} + 7.27\text{e}+004$	0.9955	0.78-100
glyphosate	$y= 556\text{x} + 53.5$	0.9953	0.78-200
ampa	$y= 143\text{x} + -116$	0.9934	1.56-200
carbaril	$y= 2.59\text{e}+003\text{ x} + 787$	0.9922	0.78-100
atrazina	$y= 4.9\text{e}+004\text{x} + 6.49\text{e}+003$	0.9990	0.78-200
malation	$y=2\text{e}+003\text{ x} + 84.3$	0.9918	0.78-200

4.5.1 Extração de resíduos

As amostras foram descongeladas em refrigerador durante 24h e então foram agitadas manualmente e pesados 2,5g do homogenato de clara e gema em um tubo Falcon, cinco ml de água foram adicionados e homogeneizados utilizando um turrax. Então 15 ml de acetonitrila contendo 1% de ácido fórmico foram acrescentados, gerando assim uma diluição de 20 vezes da amostra. A amostra diluída foi mantida sob agitação intensa e ininterrupta durante uma hora. O tubo foi centrifugado (10 min., 2000 rcf) (centrífuga Rotanta 460R) e 0,5 ml do sobrenadante foram filtrados em filtros Millex HV (Millipore) 0,45 µm com membrana durapore 13 mm, e acondicionados em vial âmbar 9mm (Flow Supply), com 2 mL de capacidade, para posterior quantificação por LC-MS/MS. (MOL et al., 2008 adaptado).

Para verificação da recuperação foi realizado o enriquecimento da amostra com uma solução contendo a mistura dos diferentes padrões analíticos para que a mesma apresentasse os teores de 5, 50 e 500 µg L⁻¹ de cada composto. Foram realizadas quatro repetições. As médias recuperadas e o desvio padrão foram calculados frente às amostras enriquecidas versus padrões de matriz de calibração. A recuperação obtida refletiu na recuperação do processo de extração. Os resultados foram calculados através da comparação da resposta obtida de cada componente com a matriz de correspondência padrão.

Após o desenvolvimento e validação dos métodos, foram realizadas as análises dos compostos descritos por de cromatografia líquida associada à espectrometria de massas (LC-MS/MS) nas amostras conforme os parâmetros do método validado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Contaminação bacteriana

O fato de estudar os dois sistemas iniciais alocados em uma mesma propriedade diminuiu a probabilidade de ocorrência de vieses de genética, condições macroclimáticas e, em parte, da dieta e manejo sanitário, situações impossíveis de se obter em outras condições.

Foi verificado o efeito dos dois diferentes sistemas nas contagens de enterobactérias e na ocorrência de *Salmonella*. Em todas as coletas, a contagem de enterobactérias foi maior nos ovos produzidos no sistema FR ($p < 0,001$) (Figura 12). Entretanto esta diferença dependeu da coleta analisada ($p = 0,005$ para a interação entre sistema e coleta) (Figura 13).

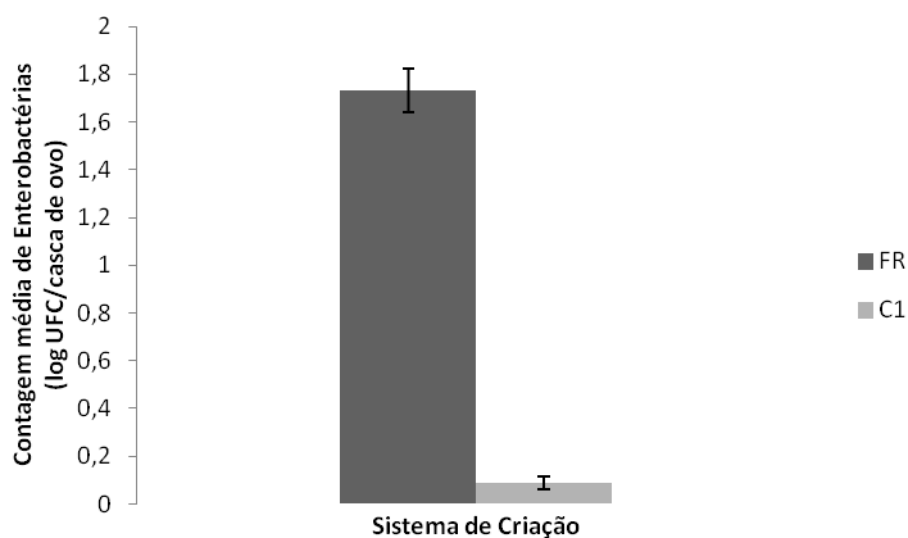


FIGURA 12: Contagem de enterobactérias em ovos nos sistemas FR e C1 ($p < 0,001$).

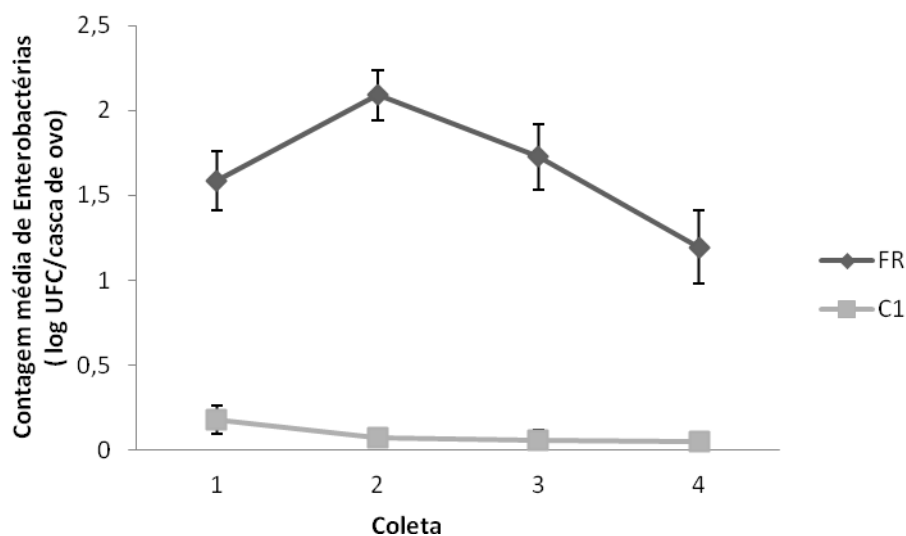


FIGURA 13: Contagem de enterobactérias em ovos nos sistemas FR e C1 de acordo com o período ($p=0,005$ para interação entre sistema e coleta).

As maiores contagens de enterobactérias ocorreram na segunda e terceira coletas (36 semanas- FR) (Tabela 5), o que pode ter ocorrido devido à ocorrência de chuvas neste período, já que as aves tinham acesso à área externa, além de um vazamento no sistema de bebedouros, o que gerou empoçamentos de água no galpão, e pode ter facilitado a disseminação de contaminantes.

Tabela 5: Contagem média, mínima e máxima de enterobactérias em ovos de acordo com o período de coleta.

Período	CMeE no sistema FR	CMiE no sistema FR	CMeE no sistema FR	CMeE no sistema C1	CMiE no sistema C1	CMeE no sistema C1
(log 10UFC/casca de ovo)						
1	1,58	<1	4,16	0,18	<1	3,95
2	2,09	<1	4,70	0,07	<1	1,32
3	1,73	<1	5,24	0,06	<1	3,85
4	1,20	<1	3,87	0,05	<1	2,34

CMeE: Contagem média de Enterobactérias; CMiE: Contagem mínima de Enterobactérias; CMeE: Contagem máxima de Enterobactérias

Esses resultados diferem daqueles divulgados por De Reu et al. (2005) que encontraram contagens semelhantes de bactérias Gram negativas em ovos deixados no ninho de sistemas de produção orgânica com pastejo livre (3,4 log UFC/casca de ovo) e convencional (3,5 log UFC/casca de ovo).

No sistema FR, três de 200 ovos (Tabela 6) e um comedouro estavam contaminados por *Salmonella*. A cepa proveniente do comedouro foi identificada como *Salmonella* Senftenberg. Em nenhuma outra amostra ambiental, de ração ou água o patógeno foi detectado. Todas as cepas foram detectadas na primeira coleta do estudo. As demais cepas, provenientes dos ovos, não foram identificadas devido a acidentes laboratoriais. No sistema C1 em nenhum momento o patógeno foi detectado.

Tabela 6: Contagem média de enterobactérias em ovos entre as amostras positivas ou negativas para a presença de *Salmonella*.

<i>Samonella</i>	Número de Observações	Contagem Média de Enterobactérias (log10)	Erro Padrão	Contagem Mínima de Enterobactérias (log10)	Contagem Máxima de Enterobactérias (log10)
Presença	3	3.40	0.65	2.74	4.03
Ausência	389	1.40	0.05	<1	4.16

Salmonella enterica subsp. *enterica* sorovar Senftenberg (S. Senftenberg) é frequentemente isolada de material alimentar cru, de plantas de processamento e amostras ambientais de indústrias de ração e fazendas avícolas, podendo persistir em tais ambientes e causar contaminações recorrentes (WRAY et al., 1990; BAILEY et al., 2001; NESSE et al., 2003; DANISH INSTITUTE FOR FOOD AND VETERINARY RESEARCH, 2006; LÖFSTRÖM et al., 2006). Tem sido associada a surtos de DTA (RUSHDY et al., 1998; MOHLE-BOETANI et al., 2001). Estudos demonstram maior resistência deste sorovar a fatores

estressantes como o baixo pH, aquecimento, dissecação e irradiação, quando comparada a outros sorovares (LIU et al., 1969; MACKEY & DERRICK, 1982).

O fato do patógeno também ter sido detectado em um comedouro do sistema FR (na mesma coleta em que foi detectada em três cascas de ovos), pode ser resultante do formato dos mesmos (tipo prato) e das condições de alojamento das aves; estas, por ficarem soltas pelo galpão, se empoleiravam e defecavam sobre os comedouros, contaminando-os como pode ser observado em nosso estudo (Figura 14).



FIGURA 14: Comedouros do tipo prato instalados no sistema FR. Presença de conteúdo fecal em comedouro.

Smith et al. (2000) relataram que altas concentrações de excreta podem aumentar diretamente a contaminação microbiana da casca e, conseqüentemente, aumentar o risco de contaminação microbiana do conteúdo interno dos ovos. Em nosso estudo não detectamos o patógeno no material dos ninhos, embora em várias oportunidades tenha sido observado conteúdo fecal nos mesmos, como pode ser observado na Figura 15.



FIGURA 15: Vista geral do aviário e disposição dos ninhos no sistema FR no momento de apanha dos ovos por uma funcionária. Presença de ovos e conteúdo fecal nos ninhos de palha de arroz.

Em um estudo experimental, Jones et al. (2012) detectaram *Salmonella* no ambiente, casca e conteúdo de ovos em dois dos três tratamentos que avaliaram (Convencional e FR sem ninhos) . Nos 87 pools de cascas de ovos provenientes de FR com ninhos, o micro-organismo não foi detectado, mas estava presente em conteúdo de ovos e no ambiente.

Considerando os resultados encontrados em nosso estudo, verificou-se que a segurança microbiológica dos ovos produzidos em sistema convencional foi maior quando comparada ao sistema FR, devido a presença de *Salmonella* em casca de ovos ($p < 0,001$) e em um comedouro.

Ao estudar as mesmas variáveis em uma terceira granja, que também adota o sistema convencional (C2), verificou-se que das 200 amostras de ovos avaliadas, 117 apresentaram $< 1,0 \times 10^1$ UFC/casca de ovo para contagem de enterobactérias e as outras 83, valores de $1,0 \times 10^1$ a $5,1 \times 10^2$ UFC/casca de ovo. Não foi detectada *Salmonella* em nenhuma das amostras testadas. Considerando que a amostragem foi considerada consistente estatisticamente, pode-se afirmar que o núcleo de aves de postura comercial apresentou-se livre do patógeno de acordo com a prevalência suposta (2 a 4%). Esse resultado

ênfatiza a melhor condição higiênico-sanitária do sistema convencional em comparação ao FR, também observada quando se avaliou C1.

Ao considerar as granjas convencionais avaliadas em nosso estudo, pode-se aquilatar a eficiência dos Programas Nacionais de Controle de Patógenos e o seu bom controle higiênico. Para o sistema FR, ainda resta o desafio da detecção e controle da contaminação ambiental e dos ovos. As aves são da mesma procedência que aquelas alojadas no sistema C1. Assim, a provável fonte de contaminação dos ovos e do comedouro pode ser o tipo de ambiente em que as aves estão instaladas, que não permite um controle estrito das diversas variáveis envolvidas no processo de contaminação e higiene da criação, já que as amostras de ração provenientes da fábrica de ração ou a água não apresentaram contaminação pelo patógeno.

Embora as condições de bem estar estejam respeitadas quando se utiliza o sistema FR, as higiênico-sanitárias se mostraram inferiores quando comparadas às do sistema convencional, evidenciadas por contagens mais elevadas de enterobactérias e, especialmente, pelo encontro de *Salmonella*. Patógeno-alvo de diversas campanhas de prevenção de DTA, a sua detecção representa um risco   saúde do consumidor. Ao adquirir um ovo proveniente de um sistema de produção considerado como “ tico”, mais saudável e com maior preocupação com o bem estar animal, talvez os riscos relacionados à saúde pública sejam maiores e estejam sendo subestimados, dada a carência de dados na literatura. A utilização de um sistema híbrido, como o de gaiolas enriquecidas talvez possa ser considerada uma solução parcial   questão, já que   possível um controle sanitário mais eficaz e semelhante ao aplicado no modelo convencional. Neste caso as aves não teriam acesso ao ambiente

externo, mas poderiam manter a liberdade de caminhar (espaço de 750cm²/ave), empoleirar, ter acesso a ninhos e material de cama, lixa para desgaste das unhas, além de amplo espaço de comedouros. Essa alternativa não resolve todos os problemas, já que alguns dos componentes naturais das aves como forrageamento e banhos de areia são limitados ou não realizados. Além disso, neste sistema também não ocorre a debicagem das aves, persistindo a possibilidade de ferimentos durante o seu alojamento. De qualquer maneira pode ser considerada uma medida paliativa até que métodos de controle higiênico-sanitários mais efetivos possam ser implantados em sistemas FR.

Outra alternativa de prevenção de enfermidades causadas pela ingestão de ovos produzidos em sistemas FR seria a pasteurização desses produtos, o que já ocorre em alguns países, como os Estados Unidos da América. Essa medida aumentaria a segurança do consumo deste tipo de alimento, já que assegura a eliminação de patógenos como *Salmonella*.

5.2 Qualidade física

Os resultados das análises físicas estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Variáveis avaliadas e resultados descritivos para comparação da qualidade física dos ovos produzidos nos sistemas FR e C1.

Sistema	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Peso (g)							
FR	360	62,30	61,84	5,54	0,29	61,84	62,30
C1	360	66,78	66,46	4,76	0,25	66,46	66,78
GE (g/l)							
FR	360	1,09	1,09	0,006	0,0003	1,09	1,09
C1	360	1,09	1,1	0,005	0,0002	1,09	1,1
Resistência à quebra (kgf)							
FR	360	4,75	4,74	0,78	0,04	4,74	4,75
C1	360	4,65	4,68	0,79	0,04	4,65	4,68
Porcentagem de gema (%)							
FR	360	22,36	22,20	2,27	0,12	22,20	22,36
C1	360	24,58	24,48	2,08	0,11	24,48	24,58
Cor da gema							
FR	360	12,23	12	1,02	0,05	12	12,23
C1	360	12,39	12	0,72	0,04	12	12,39
Porcentagem de albúmen (%)							
FR	360	68,12	67,98	3,17	0,17	67,98	68,12
C1	360	65,51	65,62	2,34	0,12	65,51	65,62
Unidade Haugh							
FR	360	88,59	89,9	9,24	0,49	88,6	89,9
C1	360	88	88,82	8,79	0,46	88	88,82
Espessura da casca (mm)							
FR	360	0,34	0,34	0,06	0,003	0,34	0,34
C1	360	0,35	0,36	0,05	0,003	0,35	0,36
Peso da casca por superfície de área (mg/cm²)							
FR	360	73,53	77,37	13,57	0,72	73,53	77,37
C1	360	73,32	78,04	15,59	0,82	73,32	78,04

Observou-se que os ovos provenientes do sistema FR apresentaram o menor peso. Embora não seja indicativo de qualidade nutricional do ovo, o peso é utilizado para padronizar a sua comercialização. Todas as médias observadas possibilitam classificar esses ovos como tipo extra (>60g) (BRASIL, 1991). Varguez-Monteiro et al. (2012) também observaram maior peso em ovos produzidos por galinhas alojadas em gaiolas e afirmam que este resultado está claramente associado a alta ingestão de ração por essas aves. Outros autores (WANG et al., 2009; TUMOVÁ et al., 2009) não verificaram diferenças no peso

dos ovos de galinhas alojadas nos diferentes sistemas e, Singh, Cheng & Silversides (2009) encontraram ovos mais pesados em aviários em relação aos produzidos em gaiolas, mas esses autores utilizaram galinhas marrons (Lohmann Brown) e galinhas brancas (Lohmann White) em celeiro e em gaiola respectivamente e, segundo Scott & Silversides (2000), galinhas de ovos marrons são mais pesadas e produzem ovos maiores com maiores pesos de gema e clara que galinhas de ovos brancos.

O ovo produzido no sistema FR apresentou a casca mais espessa, embora mais leve, o que está provavelmente associado ao menor peso do ovo (Quadro 1), A resistência da casca também foi maior no sistema FR, mas essa diferença não foi considerada significativa. Em outros estudos (PAVLOVSKI, MASIC, APOSTOLOV, 1981; MOSTERT, BOWES, VAN DER WALT, 1995; LEYENDECKER et al., 2001b), uma maior resistência ou espessura da casca também foi verificada em ovos produzidos em FR.

A casca é a embalagem natural do ovo, o qual está pronto para ser comercializado e, para isso, deve ser resistente para não sofrer nenhum dano físico, devendo ser forte o suficiente para resistir à postura pela ave, colheita, classificação e transporte, até atingir o consumidor final (ROBERTS, 2010). As galinhas alojadas em sistemas FR vivem sob circunstâncias mais variáveis e, por isso podem apresentar a vantagem de produzir ovos menos sensíveis ao ambiente. A disponibilidade de Ca e P pode afetar a qualidade da casca (ABDALLAH, HARMS, EL-HUSSEINY, 1993). Não está claro se o seu metabolismo é diferente para galinhas criadas ao ar livre, mas especula-se que a atividade física resulte na maior efetividade no metabolismo mineral (VAN DEN BRAND, PARMENTIER & KEMP, 2004). Nosso estudo pode corroborar

esta hipótese, já que ao avaliar situações quase idênticas de manejo, excetuando-se pela forma de alojamento das aves, as casca de ovos no sistema FR foram consideradas mais resistentes.

As galinhas alojadas no sistema C1 produziram os ovos de maior gravidade específica - mediana: 1,095, sendo que no sistema FR esta foi de 1,090 ($p < 0,001$), o que revela que o sistema interferiu nessa característica. A gravidade específica indica a qualidade da casca em relação aos demais componentes do ovo e está diretamente relacionada à sua espessura (MILES, 1993), resultado contraditório diante daqueles anteriormente observados para espessura de casca. Segundo Mendonça Jr. (1993), no período de postura a gravidade específica desejável deve estar entre 1,080 e 1,088. Todos os ovos avaliados apresentaram GE acima desses valores. Miles (1993) afirmou que quanto mais fina a casca, menor será a gravidade específica e maior será a possibilidade de trinca e de quebra dessa casca. Abdallah, Harms, El-Husseiny (1993), estudando a relação entre a porcentagem de ovos quebrados e a gravidade específica, observaram que a porcentagem de ovos trincados decresce com o aumento da GE, resultando em uma correlação negativa ($r = 0,96$) entre as variáveis. Segundo os autores, para cada aumento de 0,001 na GE, a porcentagem de ovos quebrados decresceu em 1,266%, o que não foi verificado neste estudo.

Apesar de esse dado ter sido detectado, podem ter ocorrido falhas durante os testes, já que na determinação da GE, o método da imersão dos ovos em solução salina (ISS) tem sido o mais utilizado, mas estudando os erros associados ao método da ISS na determinação da GE dos ovos, Voisey &

Hamilton (1977) relataram que a GE é influenciada pela temperatura das soluções e os erros são resultantes da má calibração e leitura dos equipamentos usados para medir a densidade da água. Fissuras nas cascas dos ovos e movimentação da água das soluções podem causar erros no resultado final da determinação.

Em relação à coloração da gema, os resultados obtidos para os ovos produzidos no sistema convencional (C1) situaram-se acima do padrão normalmente observado, sendo semelhante à obtida para os ovos FR. A coloração mais escura detectada foi resultante provavelmente da adição de pigmento sintético na ração, já que segundo a literatura (ANGELES & SCHEIDELER, 1998; GARCIA et al., 2009; ANDERSON, 2011) este resultado não seria possível em condições naturais. Registre-se que a adição não foi confirmada por parte do responsável pela granja durante a entrevista realizada antes do início do experimento e reafirmado em novo questionamento após a realização do mesmo. Para fazer uma contra prova, os mesmos procedimentos de amostragem e análises anteriormente citados foram aplicados ao sistema C2, sendo avaliada somente a cor da gema e, neste caso, a faixa de medida para coloração da gema dos ovos foi 5 (cinco).

Economicamente não se justifica esta adição, já que tais ovos chegam ao consumidor como sendo produzidos pelo sistema convencional, não se esperando deles nenhuma característica que os diferencie em relação àqueles produzidos em sistemas alternativos. Nestes, os consumidores procuram algumas características, sendo a gema mais escura uma delas. Isto explica o emprego dos pigmentos no sistema FR e os resultados obtidos em nosso

estudo. Registre-se que a legislação brasileira não faz nenhuma menção à sua utilização por parte dos produtores que utilizam este sistema. Assim a partir dos dados obtidos levanta-se a hipótese de que, inadvertidamente, os ovos produzidos em C1 estejam sendo comercializados como produtos FR, com prejuízo ao consumidor.

A Unidade Haugh é uma expressão matemática que correlaciona a altura do albúmen espesso, através de micrômetro tripé, corrigida para o peso do ovo, sendo que quanto maior o valor da UH, melhor a qualidade interna do ovo (ALLEONI & ANTUNES, 2001). Os ovos considerados de qualidade excelente (AA) devem apresentar valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60 são considerados de qualidade ruim (USDA, 2000). Neste estudo todas as médias observadas estão classificadas em AA, sendo que as diferenças encontradas não foram consideradas significativas entre os sistemas (Tabela 8).

Muitos fatores podem afetar a proporção gema:albúmen, como idade e linhagem da galinha e tamanho dos ovos (ROSE, GRIDGEMAN, FLETCHER, 1966; AHN, KIM, SHU, 1997). Neste estudo a porcentagem média de albúmen foi maior no sistema FR (Tabela 8) , situação que se inverte ao observar-se as proporções de gema. Cherian, Holsonbake, Goeger (2002) não encontraram diferenças significativas na relação gema:albúmen nos ovos FR e convencionais que avaliaram.

Tabela 8: Valores p das variáveis analisadas através de Análise de variância.

Variável	Valores médios Granjas		Erro padrão	Valores p
	FR	C1		
Espessura da casca (mm)	4,75	4,65	0,002	<0,05
Peso da casca (g)	9,80	9,94	0,053	<0,05
Porcentagem de casca/Superfície de área	73,53	73,32	0,717	0,94
Resistência da casca (kgf)	4,75	4,65	0,057	0,22
Unidade Haugh	88,59	87,97	0,649	0,60
Porcentagem de albúmen	68,12	65,51	0,189	<0,05
Porcentagem de gema	22,36	24,58	0,153	<0,05

5.3 Resíduos de antibióticos e defensivos agrícolas

Validação

A porcentagem de recuperação para as concentrações estudadas dos antimicrobianos foi de 63,8 a 100%, com exceção do Sulfatiazol que foi de 41,8 a 49%. Já para os defensivos agrícolas foi bastante variável, de 5,62 a 99,4% (Tabela 9).

Tabela 9: Compostos avaliados e resultados descritivos para validação do método multirresíduo de defensivos agrícolas e antimicrobianos. (continua)

CONCENTRAÇÃO DE INJEÇÃO	LMR (BRASIL, 2013)	LMR (FAO/WHO, 2013)	LMQ (µgL ⁻¹)	% Média de Recuperação/ Concentração	% Média de Recuperação/ Composto	Recuperação Média (µgL ⁻¹)	Desvio padrão	Intervalo de confiança	Limite inferior (µgL ⁻¹)	Limite superior (µgL ⁻¹)
ANTIMICROBIANOS										
Chloramphenicol										
5 µgL ⁻¹	^a 0,30 µgL ⁻¹	-	3,125	71,74	66,82	3,587	2,008	1,953	1,067	4,973
50 µgL ⁻¹				64,93		32,467	2,312	2,265	30,201	34,732
100 µgL ⁻¹				63,80		63,800	6,275	6,148	57,651	69,949
Enrofloxacin										
5 µgL ⁻¹	^a 10 µgL ⁻¹	-	1,563	100,00	95,70	5,000	0,573	0,561	4,439	5,561
50 µgL ⁻¹				94,00		47,800	8,374	8,206	39,594	56,006
100 µgL ⁻¹				93,10		93,100	13,515	13,244	82,856	109,344
Sulfadiazine										
5 µgL ⁻¹	^a 10 µgL ⁻¹	-	1,563	66,76	72,15	3,38	1,629	1,597	1,783	4,977
50 µgL ⁻¹				69,94		34,96	4,149	4,066	30,901	39,033
100 µgL ⁻¹				79,75		79,75	10,458	10,248	69,502	89,998
Sulfadimethoxine										
5 µgL ⁻¹	^a 10 µgL ⁻¹	-	1,563	79,80	79,73	3,99	0,153	0,150	3,837	4,137
50 µgL ⁻¹				83,40		41,70	8,253	8,088	33,612	49,788
100 µgL ⁻¹				75,98		75,98	5,548	5,437	70,538	81,412
Sulfamethazine										
5 µgL ⁻¹	^a 10 µgL ⁻¹	-	0,78	95,00	92,50	4,75	0,855	0,838	3,915	5,591
50 µgL ⁻¹				92,20		46,10	3,586	3,514	42,586	49,614
100 µgL ⁻¹				90,30		90,30	2,136	2,093	88,207	92,393
Sulfathiazole										
5 µgL ⁻¹	^a 10 µgL ⁻¹	-	1,563	41,80	46,24	2,09	0,532	0,521	1,566	2,608
50 µgL ⁻¹				49,00		24,33	5,074	4,972	19,361	29,306
100 µgL ⁻¹				47,93		47,93	11,870	11,632	36,301	59,566
DEFENSIVOS AGRÍCOLAS										
Metolacior										
5 µgL ⁻¹	-	-	0,78	69,2	56,17	3,46	0,598	0,5861	2,874	4,046
50 µgL ⁻¹				55,2		27,60	6,986	6,847	20,753	34,447
100 µgL ⁻¹				44,10		44,10	6,785	6,649	37,451	50,749

(continuação)										
CONCENTRAÇÃO DE INJEÇÃO	LMR (BRASIL, 2013)	LMR (FAO/WHO, 2013)	LMQ (μgL^{-1})	% Média de Recuperação/ Concentração	% Média de Recuperação/ Composto	Recuperação Média (μgL^{-1})	Desvio padrão	Intervalo de confiança	Limite inferior (μgL^{-1})	Limite superior (μgL^{-1})
DEFENSIVOS AGRÍCOLAS										
Carbaril										
5 μgL^{-1}	-	^b 250 mgKg ⁻¹	0,78	10,00	9,24	0,50	0,677	0,663	0,000	1,162
50 μgL^{-1}		^c 15mgKg ⁻¹		5,62		2,82	1,149	1,126	1,697	3,949
100 μgL^{-1}				12,10		12,10	4,600	4,508	7,592	16,608
Malathion										
5 μgL^{-1}	-	^b 0.05 mgKg ⁻¹	0,78	64,8	48,05	3,24	1,093	1,071	2,169	4,311
50 μgL^{-1}				43,26		21,63	4,881	4,783	16,850	26,417
100 μgL^{-1}				36,10		36,10	7,197	7,0525	29,048	43,152
Fipronil										
5 μgL^{-1}	-	^a 0.02 mgKg ⁻¹	1,563	69,00	60,00	3,45	0,049	0,0483	3,405	3,502
50 μgL^{-1}		^b 0.01 mgKg ⁻¹		55,60		27,80	5,866	5,749	22,051	33,549
100 μgL^{-1}				55,40		55,40	10,429	10,220	45,180	65,620
Flutriafol										
5 μgL^{-1}	-	^c 0.4 mgKg ⁻¹	0,78	38,00	32,25	1,90	0,775	0,760	1,144	2,663
50 μgL^{-1}				22,94		11,47	3,143	3,080	8,394	14,553
100 μgL^{-1}				35,80		35,80	10,335	10,128	25,672	45,928
Pyraclostrobin										
5 μgL^{-1}	-	^a 0.05 mgKg ⁻¹	0,78	13,60	25,43	0,68	1,094	1,073	0,000	1,750
50 μgL^{-1}		^b 0.02 mgKg ⁻¹		36,74		18,37	5,465	5,355	13,011	23,722
100 μgL^{-1}		^c 0.05 mgKg ⁻¹		25,95		25,95	4,262	4,177	21,773	30,127
Epoxiconazole										
5 μgL^{-1}	-	-	0,78	91,00	77,58	4,55	0,569	0,557	3,989	5,104
50 μgL^{-1}				64,86		32,43	2,031	1,990	30,443	34,423
100 μgL^{-1}				76,87		76,87	20,355	19,947	56,919	96,814
Cabendazin										
5 μgL^{-1}	-	^a 0.05 mgKg ⁻¹	0,78	22,4	24,17	1,12	0,049	0,048	1,068	1,165
50 μgL^{-1}		^c 0.1 mgKg ⁻¹		25,2		12,60	0,265	0,259	12,341	12,859
100 μgL^{-1}				24,90		24,90	0,751	0,736	24,164	25,636
Glyphosate										
5 μgL^{-1}	-	^a 0.05 mg/Kg	0,78	17,6	19,23	0,88	0,272	0,2664	0,613	1,146
50 μgL^{-1}		^b 150 mg/Kg		20,08		10,04	2,798	2,742	7,294	12,779
100 μgL^{-1}		^c 20 mg/Kg		20,00		20,00	3,538	3,467	16,532	23,468

(continuação)

CONCENTRAÇÃO DE INJEÇÃO	LMR (BRASIL, 2013)	LMR (FAO/WHO, 2013)	Limite Mínimo de Quantificação (μgL^{-1})	% Média de Recuperação/ Concentração	% Média de Recuperação/ Composto	Recuperação Média (μgL^{-1})	Desvio padrão	Intervalo de confiança	Limite inferior (μgL^{-1})	Limite superior (μgL^{-1})
AMPA										
5 μgL^{-1}	-	-	6,25	99,4	94,08	4,97	0,091	0,089	4,875	5,055
50 μgL^{-1}				87,4		43,70	4,085	4,003	39,696	47,704
100 μgL^{-1}				95,43		95,43	4,406	4,317	91,115	99,751

LMQ: Limite mínimo de quantificação, ^aOvo, ^bMilho, ^cSoja

Os limites mínimos de quantificação (LMQ) foram de 0,78 a 3.125 ppb para os antimicrobianos e de 0,78 a 6,25 ppb para os defensivos agrícolas, atendendo assim às necessidades para pesquisas de resíduos, considerando os LMR estabelecidos pela legislação nacional e internacional (BRASIL, 2011; BRASIL, 2013) e *Codex Alimentarius* (FAO/WHO, 2013), exceto para Chloramphenicol, cujo LMR é de $0,30\mu\text{g/L}^{-1}$ (BRASIL, 2013) e o LMQ obtido neste estudo para este composto foi de $3,125\mu\text{g/L}^{-1}$.

A recuperação média de todos os compostos antimicrobianos foi considerada excelente, na faixa de 66,82 a 95,70%, com exceção da Sulfathiazole, cuja recuperação média foi de 46,24%. Mesmo assim este resultado se avaliado diante de seu LMQ de 1,563, possibilitaria a recuperação do resíduo se o mesmo extrapolasse o LMR permitido (10ppb) pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2013), pois embora a faixa de recuperação tenha sido inferior, existe linearidade entre os resultados observados.

Para os defensivos agrícolas, a recuperação média foi mais variável, embora também tenha se observado uma linearidade na recuperação de todos os compostos. A recuperação média do metolaclor, fipronil, epoxiconazole e ampa foi considerada excelente (de 56,17 a 94,08%), compostos na faixa de recuperação média de 24,17 a 48,05% foram considerados de média eficiência (cabendazin, pyraclostrobin, flutriafol, malathion) e uma baixa recuperação média foi observada para o carbaril e o glyphosate (9,24 e 19,23%, respectivamente), sendo que a baixa recuperação do glyphosate foi compensada pela excelente recuperação de seu metabólito, o AMPA. Nenhum desses compostos apresenta LMR para ovos, somente para milho ou soja (FAO/WHO, 2013).

Considerando o limite mínimo de quantificação, o alto coeficiente de correlação ($r > 0,99$) e o grande número de compostos avaliados, o método de extração de resíduos com acetonitrila adicionada de 1% de ácido fórmico desenvolvido no Laboratório de Cromatografia do NUPAM foi considerado eficiente para quantificação de todos os compostos avaliados neste estudo. E, somente em relação ao resíduos de carbaril, sugere-se que seja utilizada uma metodologia alternativa de extração.

Quantificação de resíduos

Neste estudo, foi detectada a presença de resíduos de Enrofloxacin (quinolona) em cinco de trinta amostras provenientes do sistema FR com $221,4\mu\text{gL}^{-1}$, $285,5\mu\text{gL}^{-1}$, $112,2\mu\text{gL}^{-1}$, $130,5\mu\text{gL}^{-1}$ e $58,6\mu\text{gL}^{-1}$ de resíduo, extrapolaram o LMR de 10ppb estabelecido pelo BRASIL (2013). Nas demais granjas, não se observou a sua detecção.

Em nosso país, os anfenicóis, tetraciclina, beta lactâmicos (benzilpenicilâmicos e cefalosporinas), quinolonas e sulfonamidas sistêmicas são de uso exclusivo em produtos de uso veterinário com finalidade terapêutica, sendo vedada a sua utilização como aditivos zootécnicos melhoradores de desempenho ou como conservantes de alimentos para animais (BRASIL, 2009). No estado do Paraná, as quinolonas foram os antimicrobianos mais utilizados pelos avicultores de postura do estado. Os princípios ativos mais observados foram: enrofloxacin, oxitetraciclina, olaquinox, norfloxacin, doxiciclina, sulfaquinoxalina e bacitracina (MASHINSKI JÚNIOR et al., 2005).

De acordo com a regulamentação europeia (EUROPEAN PARLIAMENT, 2009), o uso de fluorquinolonas (enrofloxacin) é proibido para galinhas poedeiras de ovos destinados ao consumo humano. Assim, na União Europeia a política de tolerância zero é aplicada para a presença desses componentes antimicrobianos nos ovos, o que significa que a presença de qualquer resíduo é considerado ilegal em qualquer nível. No entanto, alguns proprietários utilizam o medicamento ilegalmente para fins profiláticos contra infecções por *Salmonella* em galinhas poedeiras e, de acordo com o relato do RASFF em 2010, houve um caso de detecção de enrofloxacin em ovos na União Europeia) (ANDREU, BLASCO, & PICO, 2007).

Os resultados observados neste estudo são um alerta às autoridades competentes quanto ao mau uso, desinformação ou uso ilícito de medicamentos veterinários dentro dos estabelecimentos produtores de alimentos. Este medicamento, de acordo com seu próprio bulário (Bayer®), tem emprego desaconselhado para galinhas poedeiras de ovos para o consumo humano. Não há um intervalo de segurança estabelecido para o uso desses medicamento e a liberação dos ovos para o consumo humano. Este fato desencoraja e desestimula o consumo de um produto considerado popularmente como saudável e livre de resíduos químicos, especialmente aquele proveniente de um sistema FR.

Em relação aos resíduos de defensivos agrícolas, não se observou a sua detecção em nenhuma das granjas avaliadas, em ambos os sistemas estudados.

No Brasil, há poucos relatos da incidência de medicamentos veterinários em ovos. Em estudo realizado no Rio de Janeiro foram quantificados os

resíduos de ionóforos poliéteres, macrolídeos e lincosamida em amostras de ovos obtidas no comércio, e os resultados observados apresentaram-se abaixo do limite de quantificação ($14\text{-}15,3\mu\text{gL}^{-1}$), ou seja não foi detectado nenhum resíduo nas amostras (SPISSO et al., 2010a).

Em outro estudo, o mesmo grupo de pesquisadores encontrou 30 em 100 (20%) amostras de ovos com pelo menos o resíduo de um dos compostos pesquisados - poliéter ionóforos, macrolídios ou lincosamidas. Mais de um analito foi detectado em 8 amostras. Narasina e salomicina foram detectadas simultaneamente em quatro amostras, monensina e salomicina em uma, salomicina e semduramicina em duas e monensina , narasina e salomicina em uma amostra. Salomicina foi o resíduo mais frequentemente encontrado (21 amostras). Somente 2% das amostras excederam os LMR para salomicina e, considerando que 33 marcas comerciais de ovos foram avaliadas, quatro das amostras mais contaminadas pelo composto pertenciam a mesma marca. A incidência de resíduos foi maior em ovos vermelhos (34%) que em ovos brancos (27%). (SPISSO et al., 2010b).

Já na literatura mundial, há diversos estudos relacionados ao tema. Na Espanha, quatro de onze amostras de ovos analisadas por LC-MS/MS apresentaram resíduos de eritromicina, enrofloxacina, tiabendazol, emamectina febandazol e/ou difloxacina, sendo que uma amostra continha eritromicina acima do LMR permitido no país (FRENICH et al., 2010). Na República da Coréia, foi detectada uma de 66 amostras de ovos contendo lincomicina, mas esta encontrava-se abaixo do LMR (KIM et al., 2012). Na Itália, duas de 27 amostras de ovos analisadas continham oxitetraciclina (35 e $62\mu\text{g/kg}$), ambas abaixo do LMR (CAPRIOTTI et al., 2012).

Em relação à nossa pesquisa, deve-se enfatizar o número restrito de granjas. No entanto, os resultados obtidos devem servir de alerta aos órgãos fiscalizadores, já que são preocupantes, indicando a necessidade de estudos abrangentes, especialmente no que se refere ao emprego de antimicrobianos em aves de postura.

6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- em relação à qualidade física dos ovos, mesmo tendo sido observadas diferenças estatísticas em alguns dos parâmetros avaliados, estas não conferem aos ovos produzidos pelo sistema FR um perfil especial que justifique a sua escolha pelo consumidor, no entanto há para o produtor o benefício de produzir ovos com cascas mais resistentes;
- o sistema FR mostrou uma maior vulnerabilidade no tocante à qualidade higiênico-sanitária, já que na casca dos ovos aí produzidos foram detectadas contagens mais elevadas de enterobactérias, bem como a presença de *Salmonella*, também evidenciada em seu ambiente de produção;
- a validação do método de detecção e quantificação de multirresíduos de defensivos agrícolas e antimicrobianos foi bem sucedida e o mesmo pode ser utilizado para estudos posteriores, nesse sentido a validação da metodologia de extração e analítica é um produto valioso deste trabalho de tese;
- no tocante aos resíduos de antimicrobianos, a detecção de enrofloxacinina acima do LMR determinado pela legislação revela-se um motivo de preocupação, pois esta é uma droga de eleição indicada no tratamento de

várias infecções em seres humanos. Além disso, o encontro de resíduos somente em ovos FR pode levantar a hipótese da maior vulnerabilidade do sistema, tanto no que se refere à segurança do produto, mas também em relação à sua imagem junto ao consumidor, que o associa a um alimento “natural”, produzido a partir de condições que conferem um maior bem estar às espécies animais.

REFERÊNCIAS

ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. *Poultry Science*, v. 72, p. 2038-2043, 1993.

AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effects of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. *Poultry Science*, v. 76, p. 914-919, 1997.

ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. *Scientia Agrícola*, v. 58, p. 681-685, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6283.pdf>>. Acesso em: 29 Set. 2012.

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, p. 1600-1608, 2011.

ANDREU, V.; BLASCO, C.; PICO, Y. Analytical strategies to determine quinolones residues in food and the environment. *Trends in Analytical Chemistry*, v. 26, p. 534-556, 2007.

ANDREWS, W. H.; HAMMACKI, T. Isolation of *Salmonella*. In: FOOD DRUG ADMINISTRATION. *Bacteriological analytical manual*. Silver Spring: FDA, 2011. Disponível em: <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM>>. Acesso em: 17 Ago. 2011.

ANGELES M.; SCHEIDELER S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. PSA'98. Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. *Official Journal of the Poultry Science Association*, v. 77, p. 1-18, 1998.

ANUALPEC. Balanço da avicultura no Brasil: ovos. *Anu. Pec. Bras.*, p. 241-262, 2013.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL. *Tecnologia em primeiro lugar*. São Paulo: Defesa Vegetal, 2009. p. 16-17.

AULAKH, R. S.; GILL, J. P.; BEDI, J. S.; SHARMA, J. K.; JOIA, B. S.; OCKERMAN, H. W. Organochlorine pesticide residues in poultry feed, chicken muscle and eggs at a poultry farm in Punjab, India. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 86, p. 741-744, 2006.

BAILEY, J. S.; STERN, N. J.; FEDORKA-CRAY, P.; CRAVEN, S. E.; COX, N. A.; COSBY, D. E.; LADELY, S.; MUSGROVE, M. T. Sources and movement of

Salmonella through integrated poultry operations: a multistate epidemiological investigation. *Journal of Food Protection*, v. 64, p. 1690-1697, 2001.

BARANOWSKA, I.; BARCHAŃSKA, H.; PACAK, E. Procedures of trophic chain samples preparation for determination of triazines by HPLC and metals by ICP-AES methods. *Environmental Pollution*, v. 143, p. 206-211, 2006.

BARROW, P. A.; JONES, M. A.; SMITH, A. L.; WIGLEY, P. The long view: *Salmonella* the last forty years. *Avian Pathology*, v. 41, p. 413-420, 2012.

BAYER®. Baytril Health Care. Saúde animal. Baytril 10%. Solução oral. Disponível em: <http://www.bayervet.com.pt/export/sites/bayervetpt/pt/_galleries/tables/BAYTRIL_10x_SOL_ORAL.pdf>. Acesso: 07 Out. 2013.

BOTHERAS, N.; HEMSWORTH, P.; COLEMAN, G.; BARNETT, J. Animal welfare as related to egg production systems: cage and non-cage/alternative systems (Barns, Aviaries, Free-Range). *Extension FactSheet*, AS-16-06, 2006. Disponível em: <<http://ohioline.osu.edu/as-fact/0016.html>>. Acesso: 21 Set. 2013.

BOTSOGLOU, N. A.; FLETOURIS, D. J. Drug residues in foods, pharmacology, food safety, and analysis. New York: Marcel Dekker, 2001.

BRADEN, C. R. *Salmonella enterica* serotype Enteritidis and eggs: A national epidemic in the United States. *Clinical Infection Disease*, v. 43, p. 512-517, 2006.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Comparison of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 16, p. 147-153, 2003.

BRAMBELL, F. W. R. *Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept under Intensive Husbandry Systems*. London, UK: Her Majesty's Stationery Office, 1965. (Command Paper, 2836).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 26, de 9 de julho de 2009. Regulamento Técnico para a Fabricação, o Controle de Qualidade, a Comercialização e o Emprego de Produtos Antimicrobianos de Uso Veterinário. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 09 jul. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Normas de higiene e segurança sanitária para habilitação de estabelecimentos avícolas de criação de aves e incubatórios avícolas para o intercâmbio no Mercosul. Portaria 542. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 16 nov. 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Normas técnicas para controle e certificação de núcleos e estabelecimentos avícolas como livre de *Salmonella* Gallinarum e de *Salmonella* Pullorum e Livre ou controlado para *Salmonella* Enteritidis e para *Salmonella* Typhimurium. Instrução Normativa 78. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 03 nov. 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 17, de 29 de maio de 2013. Subprograma de monitoramento em carnes (bovina, aves, suína e equina), leite, pescado, mel, ovos e avestruz para o exercício de 2013. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 17 mai. 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Ofício Circular nº 60, de 04 de novembro de 1999. Registro do produto. Ovos caipira ou ovos tipo ou estilo caipira ou ovos colonial ou ovos tipo ou estilo colonial. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 04 nov. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução CIPOA nº 005, de 19 de novembro de 1991. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, DF, 19 nov. 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Índice monográfico*. A14. Atrazina. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/f0c5a38047458891922dd63fbc4c6735/a14.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 07 out. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Índice monográfico*. S3. Metolacoloro. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/2c9dab8047459762a025f43fbc4c6735/Microsoft+Word+-+S13++S-Metolacoloro.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso: 07 Out. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. Unidade Técnica de Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. Secretaria de Vigilância em Saúde. *Dados epidemiológicos – DTA período de 2000 a 2011*. Disponível em: www.saude.gov.br. Acesso em: 19 Set. 2013.

CALIFORNIA HEALTH AND SAFETY CODE. Sacramento: California State Legislature, 2009. Division 20, cap. 13.8, sec. 25990-25994.

CAPRIOTTI, A. L.; CAVALIERE, C.; PIOVESANA, S.; SAMPERI, R.; LAGANÀ, A. Multiclass screening method based on solvent extraction and liquid chromatography–tandem mass spectrometry for the determination of antimicrobials and mycotoxins in egg. *Journal of Chromatography A*, v. 1268, p. 84-90, 2012.

CHERIAN, G.; HOLSONBAKE, T. B.; GOEGER, M. P. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. Research note. *Poultry Science*, v. 81, p. 30-33, 2002.

COLLARD, J. M.; BERTRAND, S.; DIERICK, K.; GODARD, C.; WILDEMAUWE, C.; VERMEERSCH, K.; DUCULOT, J.; VAN IMMERSEEL, F.; PASMANS, F.; IMBERECHTS, H.; QUINET, C. Drastic decrease of *Salmonella* Enteritidis isolated from humans in Belgium in 2005, shift in phage types and influence on food-borne outbreaks. *Epidemiology and Infection*, v. 136, p. 771-781, 2008.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES. *Method validation and quality control procedures for pesticide residues analysis in food and feed*. 3. ed. Bruxelas, 2007. 42p. (Document n. SANCO, 3131).

COMMISSION REGULATION (EC) no 1168/2006 of 31 July 2006 implementing regulation (EC) no 2160/2003 as regards a community target for the reduction of the prevalence of certain salmonella serotypes in laying hens of *Gallus gallus* and amending Regulation (EC) no 1003/2005. *Official Journal of European Union*, L211, p.1-5. 2006. Disponível em: <<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:211:0004:0008:EN:PDF>>. Acesso: 12 Out. 2012.

COMMISSION REGULATION (EC) no 2160/2003 of the European Parliament and of the Council of November 17, 2003 on the control of *Salmonella* and other specified food-borne zoonotic agents. *Official Journal of European Union*, L.325, p.1-15, 2003. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/food_safety/animal_health/f83005_en.htm>. Acesso: 03 Mar. 2012.

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

DANISH INSTITUTE FOR FOOD AND VETERINARY RESEARCH. *Annual report on zoonoses in Denmark 2005*. Poultry and poultry products. Ministry of Family and Consumer Affairs. Copenhagen, Denmark: Frederiksberg Bogtrykker A/S, 2006. p. 16-18.

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

DE BOER, E.; WIT, B. *Salmonella* in eieren. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde*, v. 125, p. 126-127, 2000.

DE REU, K.; GRIJSPEERDT, K.; HEYNDRIKX, M.; UYTENDAELE, M.; HERMAN, L. The use of total aerobic and Gram-negative flora for quality assurance in the production chain of consumption eggs. *Food Control*, v. 16, p. 147-155, 2005.

DE REU, K.; HEYNDRIKX, M.; GRIJSPEERDT, K.; RODENBURG, B.; TUYTENS, F.; UYTENDAELE, M.; DEBEVERE, J.; HERMAN, L.

Assessment of the vertical and horizontal aerobic bacterial infection of shell eggs. *World's Poultry Science Journal*, v. 62, suppl., p. 564, 2006.

DE REU, K.; RODENBURG, B.; GRIJSPEERDT, K.; HEYNDRICKX, M.; TUYTTENS, F.; ZOONS, J.; HERMAN, L. Bacteriological contamination of eggs and eggshell quality in furnished cages and non-cage systems for laying hens: an international on-farm comparison. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 18., EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF EGGS AND EGG PRODUCTS, 12., 2007, Prague. *Conference proceedings...* Prague, 2007. p. 46-47.

DOHOO, I.; MARTIN, W.; STRYHN, H. *Veterinary epidemiologic research*. 2. ed. Prince Edward Island: Atlantic Veterinary College Inc., University of Prince Edward Island, 2010. 865 p.

ESAKI, H.; SHIMURA, K.; YAMAZAKI, Y.; EGUCHI, M.; NAKAMURA, M. *Salmonella* prevalence in eggs in Japan. *Epidemiology and Infection*, v. 141, p. 941-943, 2013.

EUROPEAN COMMUNITIES. Council Directive 1999/74/EC on 19 July 1999. Laying down minimum standards for the protection of laying hens. *Official Journal of the European Communities*, L203, p.53-57, 1999.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY - EFSA. Report of the task force on zoonoses data collection on the analysis of the baseline study on the prevalence of *Salmonella* in holdings of laying hen flocks of *Gallus gallus*. *European Food Safety Authority Journal*, v. 97, p. 1-84, 2007.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY -EFSA. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents, and food-borne outbreaks in 2009. *European Food Safety Authority Journal*, v. 2090, p. 1-378, 2011.

EUROPEAN MEDICINES AGENCY. *Veterinary Medicines*. 2006. Disponível em: <<http://www.emea.europa.eu/index/index1.htm>>. Acesso em: 09 Out.2013.

EUROPEAN MEDICINES AGENCY. *Veterinary Medicines*. 2006. Disponível em: <http://www.emea.europa.eu/index/index1.htm>. Acesso em: 09 Out.2013.

EUROPEAN PARLIAMENT. Regulation (EC) no. 470/2009 of the European Parliament and of the Council of 6 May 2009. *Laying down community procedures for the establishment of residue limits of pharmacologically active substances in foodstuffs of animal origin, repealing Council Regulation (EEC) no 2377/90 and amending directive 2001/82/EC of the European Parliament and of the Council and Regulation and of the Council and Regulation (EC) no 726/2004 of the European Parliament and of the Council*. Disponível em: <<http://eu-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:152:0011:0022:en:PDF>>. Acesso: 12 Ago. 2012.

FAO. WHO. Food Standards. *Codex alimentarius*: pesticide residues in food and feed. 2013. Disponível em: <<http://www.codexalimentarius.net/pestres/data/pesticides/index.html>>. Acesso em: 07 Out. 2013.

FAOSTAT. 2011. Corporate Statistical Database. *Food and agricultural commodities production*. Available from: <<http://faostat.fao.org>>. Access: 10 Set. 2013.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. *Five freedoms*. Available from: <<http://www.fawc.org.uk/pdf/fivefreedoms1979.pdf>>. Acesso: 21 Set. 2013.

FEINBERG, M. Validation of analytical methods based on accuracy profiles. *Journal of Chromatography*, v. 1158, p. 174-183, 2007.

Fontcuberta, M.; Arqués, J. F.; Villalbí, J. R.; Martínez, M.; Centrich, F.; Serrahima, E.; Pineda, L.; Duran, J.; Casas, C. Chlorinated organic pesticides in marketed food: Barcelona, 2001-06. *Science of the Total Environment*, v. 389, p. 52-57, 2008.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. *Animal drugs, feeds, and related products*: part 556, tolerances for residues of new animal drugs in food. 2006. Disponível em: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch>. Acesso em: 09 Out. 2013.

FRASER, A. C.; BAIN, M. M. A comparison of eggshell structure from birds housed in conventional battery cages and in a modified free-range system. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 9., 1994, Glasgow. *Proceedings...* Glasgow, 1994. p. 151-152.

FRENICH, A. G.; AGUILERA-LUIZ, M. D. M.; VIDAL, J. L. M.; ROMERO-GONZÁLEZ, R. Comparison of several extraction techniques for multiclass analysis of veterinary drugs in eggs using ultra-high pressure liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*, v. 661, p. 150-160, 2010.

GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A.; PELÍCIA, K.; OSERA, R. H.; FAITARONE, A. B. G. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. *Veterinária e Zootecnia*, v. 16, p. 689-697, 2009.

GONÇALVES, F. F. *Estudo de métodos empregando HPLC-DAD e LC-MS/MS para a determinação de resíduos de herbicidas em água e solo do cultivo de arroz irrigado*. 2007. 127 f. Tese (Doutorado) - Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

HARRISON, R. *Animal machines*. London: Vincent Stuart, 1964.

HARRY, E. G. The relationship between egg spoilage and the environment of the egg when laid. *British Poultry Science*, v. 4, p. 91-100, 1963.

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

HOLT, P. S.; DAVIES, R. H.; DEWULF, J.; GAST, R. K.; HUWE, J. K.; JONES, D. R.; WALTMAN, D.; WILLIAN, K. R. The impact of different housing systems on egg safety and quality. *Poultry Science*, v. 90, p. 251-262, 2011.

HULZEBOSCH, J. Wide range of housing options for layers. *World Poultry*, v. 22, p. 20-22, 2006. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/7036-WP_22\[1\].6_5.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/animalwelfare/7036-WP_22[1].6_5.pdf)>. Acesso em: 07 Out. 2011.

HUMPHREY, T. J.; BASKERVILLE, A.; MAWER, S.; ROWE, B.; HOPPER, S. *Salmonella* Enteritidis phage type 4 from the contents of intact eggs: a study involving naturally infected hens. *Epidemiology & Infection*, v. 103, p. 415-423, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo agropecuário 2006*: Brasil, grandes regiões e unidades da federação. Rio de Janeiro, 2006.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Pesquisa da produção de ovos de galinha*. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201301_publ_completa.pdf>. Acesso em: 15 Ago. 2013.

JONES, D. R.; ANDERSON, K. E.; GUARD, J. Y. Prevalence of coliforms, *Salmonella*, *Listeria* and *Campylobacter* associated with eggs and the environment of contional cage and free-range egg production. *Poultry Science*, v. 91, p. 1195-1202, 2012.

JONES, D. R.; ANDERSON, K. E.; CURTIS, P. A.; JONES, F. T. Microbial contamination in inoculated shell eggs: I. Effects of layer strain and hen age. *Poultry Science*, v. 81, p. 715-720, 2002.

JONES, D. R.; ANDERSON, K. E.; MUSGROVE, M. T. Comparison of environmental and egg microbiology associated with conventional and free-range laying hen management. *Poultry Science*, v. 90, p. 2063-2068, 2011.

KAN, C. A.; MEIJER, G. A. L. The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, v. 133, p. 84-108, 2007.

KIM, B.; BAHN, K.; KANG, E.; KIM, M. Quantitative analysis of lincomycin and narasin in poultry, milk and eggs by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Food Chemistry*, v. 132, p. 1063-1079, 2012.

LANÇAS, F. M. *Validação de métodos cromatográficos de análise*. São Carlos: RiMa, 2004. 62 p.

LAY JR., D. C.; FULTON, R. M.; HESTER, P. Y.; KARCHER, D. M.; KJAER, J. B.; MENCH, J. A.; MULLENS, B. A.; NEWBERRY, R. C.; NICOL, C. J.; O'SULLIVAN, N. P.; PORTER, R. E. Hen welfare in different housing systems. Emerging Issues: Social Sustainability of Egg Production Symposium. *Poultry Science*, v. 90, p. 278-294, 2011.

LAYWEL. Welfare implications of changes in production systems for laying hens. Deliverable 7.1 Overall strengths and weaknesses of each defined housing system for laying hens, and detailing the overall welfare impact of each housing system. 2006. Disponível em: <<http://www.laywel.eu/>>. Acesso em: 12 Ago. 2010.

LeDOUX, M. Analytical methods applied to the determination of pesticide residues in foods of animal origin. A review of the past two decades. *Journal of Chromatography A*, v. 1218, p. 1021-1036, 2011.

LEE, K.; MOSS, C. W. Effects of population density on layer performance. *Poultry Science*, v. 74, p. 1754-1760, 1995.

LEE, M. H.; LEE, H. J.; RYO, P. D. Public health risks: chemical and antibiotic residues review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, v. 14, p. 402-413, 2000.

LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; RING, C.; GLÜNDER, G.; AHLERS, C.; SANDER, I.; NEUMANN, U.; DISTL, O. Analyse von Geotyp-umweltinteraktionen zwischen legehennenhybriden und haltungssystemen in der legeleistung, eiqualität und knochenfestigkeit. 1. Mitteilung: legeleistungsmerkmale. *Züchtungskunde*, v. 73, p. 290-307, 2001a.

LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; RING, C.; GLÜNDER, G.; AHLERS, C.; SANDER, I.; NEUMANN, U.; DISTL, O. Analyse von geotyp-umweltinteraktionen zwischen legehennenhybriden und haltungssystemen in der legeleistung, eiqualität und knochenfestigkeit. 2. Mitteilung: mitteilung. *Züchtungskunde*, v. 73, p. 290-307, 2001b.

LIU, T. S.; SNOEYENBOS, G. H.; CARLSON, V. L. Thermal resistance of *Salmonella* Senftenberg 775W in dry animal feeds. *Avian Diseases*, v. 13, p. 611-631, 1969.

LÖFSTRÖM, C.; ERIKSSON, J.; ASPÁN, A.; HÄGGBLÖM, P.; GUNNARSSON, A.; BORCH, E.; RÅDSTRÖM, P. Improvement and validation of RAPD in combination with PFGE analysis of *Salmonella enteric* ssp. *enteric*

serovar Senftenberg strains isolated from feed mills. *Veterinary Microbiology*, v. 114, p. 345-351, 2006.

LONG, C.; ALTERMAN, T. Meet real free-range eggs. *Mother Earth News*. 2007. Disponível em: <<http://www.motherearthnews.com/Real-Food/2007-10-01/Tests-Reveal-Healthier-Eggs.aspx>>. Acesso em: 24 Mar. 2009.

LONG, C.; NEWBURY, U. The good egg. *Mother Earth News*. 2008. Disponível em: <<http://www.motherearthnews.com/printarticle.aspx?id=74318>>. Acesso: 5 Fev. 2008.

MACDIARMID, S. C. Future options for brucellosis surveillance in beef herds. *New Zealand Veterinary Journal*, v. 36, p.39-42, 1988.

MACHINSKI JUNIOR, M.; BENINI, A.; NETO, D. P.; NUNES, M. P.; VEDOVELLO FILHO, D.; BENATTO, A.; SUCATO, E. S.; MACHADO, E.; BELMONTE, I. L.; ALBERTON, M.; LOPES, M. O.; BOSQUIROLI, S. L. *Medicamentos veterinários utilizados na avicultura de postura no estado do Paraná*. Curitiba: Programa Estadual de Controle de Resíduos de Medicamentos Veterinários em Alimentos de Origem Animal - PAMvet-PR, 2005.

MACKEY, B. M.; DERRICK, C. M. The effect of sublethal injury by heating, freezing, drying and gamma-radiation on the duration of the lag phase of *Salmonella* Typhimurium. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 53, p. 243-251, 1982.

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, p. 229-240, 2011.

MENCH, J. A.; TIENHOVEN, A. V.; MARSH, J. A.; McCORMIC, C. C.; CUNNINGHAM, D. L.; BAKER, R. C. Effects of cage and floor pen management on behaviour, production, and physiological stress responses of laying hens. *Poultry Science*, v. 65, p. 1058-1069, 1986.

MENDONÇA JÚNIOR, C. X. Fatores nutricionais envolvidos na qualidade do ovo. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 3., 1993, São Paulo. *Anais...* São Paulo: APA, 1993. p. 29-51.

MESÍAS, F. J.; MARTÍNEZ-CARRASCO, F.; MARTÍNEZ, J. M.; GASPAR, P. Functional and organic eggs as an alternative to conventional production: a conjoint analysis of consumers' preferences. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 91, p. 532-538, 2011.

MESSENS, W. Eggshell penetration by *Salmonella*: a review. *World's Poultry Science Journal*, v. 61, p. 71-84, 2005.

MILES, R. D. Gravedad específica del huevo-establecimiento de un programa de verificación. In: _____. *Generalidades sobre la calidad del cascarón de huevo*. México: Asociación Americana de Soya, 1993. p. 1-8.

MINISTRY OF HEALTH, LABOUR AND WELFARE OF JAPAN. *Food poisoning investigation reports*. Disponível em: <<http://www.mhlw.go.jp/topics/syokuchu/04.html>>. Acesso em: 5 Out. 2011.

MOAT, W. A. Inactivation of antibiotics by heating in foods and other substrate-a review. *Journal of Food Protocol*, v. 51, p. 491-497, 1988.

MOHLE-BOETANI, J. C.; FARRAR, J. A.; WERNER, S. B.; MINASSIAN, D.; BRYANT, R.; ABBOTT, S.; SLUTSKER, L.; VUGIA, D. J. *Escherichia coli* O157 and *Salmonella* infections associated with sprouts in California, 1996-1998. *Annals of Internal Medicine*, v. 135, p. 239-247, 2001.

MOL, H. G. J.; PLAZA-BOLANOS, P.; ZOMER, P.; DE RIJK, T. C.; STOLKER, A. A. M.; MULDER, P. P. J. Toward a generic extraction method for simultaneous determination of pesticides, mycotoxins, plant toxins, and veterinary drugs in feed and food matrixes. *Analytical Chemistry*, v. 80, p. 9450-9459, 2008.

MOLLENHORST, H.; RODENBURG, T. B.; BOKKERS, E. A. M.; KOENE, P.; DE BOER, I. J. M. On-farm assessment of laying hen welfare: A comparison of one environment-based and two animal-based methods. *Applied Animal Behaviour Science*, v. 90, p. 277-291, 2005.

MOSTERT, B. E.; BOWES, E. H.; VAN DER WALT, J. C. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. *Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Veekunde*, v. 25, p. 80-86, 1995.

NESSE, L. L.; NORDBY, K.; HEIR, E.; BERGSJOE, B.; VARDUND, T.; NYGAARD, H.; HOLSTAD, G. Molecular analyses of *Salmonella enteric* isolates from fish feed factories and fish feed ingredients. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 69, p. 1075-1081, 2003.

PANDEY, N. K.; MAHAPATRA, C. M.; VERMA, S. S.; JOHARI, D. C. Effect of strain on physical egg quality characteristics in White Leghorn chickens. *International Journal of Poultry Sciences*, v. 21, p. 304-307, 1986.

PARKER, C.; BRUNSWICK, C.; KOTEY, J. The happy hen on your supermarket shelf. What choice does industrial strength free-range represent for consumers? *Bioethical Inquiry*, v. 10, p. 165-186, 2013.

PAVLOVSKI, Z.; MASIC, B.; APOSTOLOV, N. Quality of eggs laid by hens on free range and in cages, In: BEUVING, G.; SHEELE, C. W.; SIMONS, P. C. M. (Ed.). *Quality of eggs: proceedings of the First European Symposium*. Apeldoorn, 1981. p.231-235.

POPPE, C.; DUNCAN, C.; MAZZOCCO, A. *Salmonella* contamination of hatching and table eggs: a comparison. *Canadian Journal of Veterinary Research*, v. 62, p. 191-198, 1998.

QUARLES, C. L.; GENTRY, R. F.; BRESSLER, G. O. Bacterial contamination in poultry houses and its relationship to egg hatchability. *Poultry Science*, v. 49, p. 60-66, 1970.

QUEIROGA, C. L. Analisadores de massa: QTRAP. In: _____. *Espectrometria de massas: princípios e aplicações*. Disponível em: <<http://www.espectrometriademassas.com.br/capitulos/>> Acesso em: 21 Dez. 2010.

RAMOS, B. F. S. *Gema de ovo composição em aminas biogénicas e influência da gema na fração volátil de creme de pasteleiro*. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado em Controlo de Qualidade) – Faculdade de Farmácia, Universidade do Porto, Porto.

RASFF portal database. *Notifications list*. Disponível em: <<https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/>>. Acesso: 21 Jun. 2011.

RASFF. Rapid Alert System for Food and Feed. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/food/rapidalert/rasff_portal_database_en.htm> Acesso em: 29 Set.10.

RIBANI, M.; COLLINS, C. H.; BOTTOLI, C. B. Validation of chromatographic methods: Evaluation of detection and quantification limits in the determination of impurities in omeprazole. *Journal of Chromatography*, v. 1156, p. 201-205, 2007.

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

ROBERTS, J. R. Factors affecting egg shell and internal egg quality. In: ANNUAL ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 18., 2010, Cambodia. *Proceedings...* Cambodia, 2010.

RODENBURG, B.; TUYTTENS, F.; DE REU, K.; HERMAN, L.; ZOONS, J.; SONCK, B. Welfare of laying hens in furnished cages and in non-cage systems. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE ISAE, 40., 2006, Bristol. *Proceedings...* Bristol, 2006. p.102.

ROLAND, D. A. Eggshell breakage: incidence and economic impact. *Poultry Science*, v. 67, p. 1801-1803, 1988.

ROSE, D. N.; GRIDGEMAN, T.; FLETCHER, D. A. Solids content of eggs. *Poultry Science*, v. 74, p. 152-160, 1966.

RUSHDY, A. A.; STUART, J. M.; WARD, L. R.; BRUCE, J.; THRELFALL, E. J.; PUNIA, P.; BAILEY, J. R. National outbreak of *Salmonella* Senftenberg associated with infant food. *Epidemiology and Infection*, v. 120, p. 125-128, 1998.

SAS Institute Inc. SAS Campus Drive, Cary, North Carolina 27513. September 2009.

SAS Institute. *SAS/STAT user's guide*. Version 9.3. Cary: SAS Institute Inc., 2011.

SAVORY, C. J. Laying hen welfare standards: a classic case of "power to the people". *Animal Welfare*, v. 13, p. S153-S158, 2004.

SCOTT, T. A.; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, v. 79, p. 1725-1729, 2000.

SILVERSIDES, F. G.; KORVER, D. R.; BUDGELL, K. L. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. *Poultry Science*, v. 85, p. 1136-1144, 2006.

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

SMITH, A.; ROSE, S. P.; WELLS, R. G.; PIRGOZLIEV, V. The effect of changing the excreta moisture in caged laying hens on the excreta and microbial contamination of their egg shells. *British Poultry Science*, v. 41, p. 168-173, 2000.

SPISSO, B. F.; FERREIRA, R. G.; PEREIRA, M. U.; MONTEIRO, M. A.; CRUZ, T. Á.; DA COSTA, R. P.; LIMA, A. M. B.; DA NÓBREGA, A. W. Simultaneous determination of polyether ionophores, macrolides and lincosamides in hen eggs by liquid chromatography–electrospray ionization tandem mass spectrometry using a simple solvent extraction. *Analytica Chimica Acta*, v. 682, p. 82-92, 2010a.

SPISSO, B. F.; PEREIRA, M. U.; FERREIRA, R. G.; MONTEIRO, M. A.; DA COSTA, R. P.; CRUZ, T. Á.; DA NÓBREGA, A. W. Pilot survey of hen eggs consumed in the metropolitan area of Rio de Janeiro, Brazil, for polyether ionophores, macrolides and lincosamides residues. *Food Additives & Contaminants: Part B: Surveillance*, v. 3, p. 212-219, 2010b.

STADELMAN, W. J. Quality identification of shell eggs. In: _____. *Egg science and technology*. New York: Haworth Press, 1995. p. 39-66.

STALDEMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. *Egg science and technology*. 3. ed. New York: Food Products, 1990. 37 p.

THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J. F. R. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. *Food Research International*, v. 36, p. 969-975, 2003.

TODD, E. C. Risk assessment of use of cracked eggs in Canada. *Journal of Food Microbiology*, v. 30, p. 125-143, 1996.

TORGES, H. G.; MATTHES, S.; HARNISCH, S. Vergleichende Qualitätsuntersuchungen an eieren auskommerziellen legehennenbeständen in freiland, boden und käfighaltung. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, v. 27, p. 107-112, 1976.

TUMOVÁ, E.; SKRIVAN, M.; ENGLMAIEROVÁ, M.; ZITA, L. The effect of genotype, housing system and egg collection time on egg quality in egg type hens. *Czech Journal of Animal Science*, v. 54, p. 17-23, 2009.

USDA. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. National Nutrient Database for Standard Reference, release 25 – food group 1: dairy and egg products. 2012. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR25/reports/sr25>>. Acess: 19 jul., 1012.

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, p. 745-752, 2004.

VAN HORNE, P. Comparing housing systems for layers: an economic evaluation. *Poultry International*, v. 45, p. 22-25, 2006.

VAN HORNE, P. L. M.; ACHTERBOSCH, T. J. Animal welfare in poultry production systems: impact of EU standards on world trade. *World's Poultry Science Journal*, v. 64, p. 40-52, 2008.

VARGUEZ-MONTERO, G.; SARMIENTO-FRANCO, L.; SANTOS-RICALDE, R.; SEGURA-CORREA, J. Egg production and quality under three housing systems in the tropics. *Tropical Animal Health and Production*, v. 44, p. 201-204, 2012.

VITS, A.; WEIZENBURGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Influence of different small group systems on production traits, egg quality and bone breaking strength of laying hens. First communication: Production traits and egg quality. *Zuchtungskunde*, v.77, p. 303-323, 2005.

VOISEY, P. W.; HAMILTON, R. M. G. Sources of error in egg specific gravity measurements by the flotation method. *Poultry Science*, v. 56, p. 1457-1462, 1977.

WANG, H.; SLAVIK, M.F. Bacterial penetration into eggs washed with various chemicals and stored at different temperatures and times. *Journal Food Protection*, v.61, p. 276-279, 1998.

WANG, L. X.; ZHENG, X. J.; NING, H. Z.; QU, J. L.; XU, Y. G. Laying performance and egg quality of blue- shelled layers as affected by different housing systems. *Poultry Science*, v. 88, p. 1485-1492, 2009.

WASSENAAR, T. M. The use of antimicrobial agents in veterinary medicine and implications for human health. *Critical Reviews in Microbiology*, v. 31, p. 155-169, 2005.

WRAY, C.; TODD, N.; MCLAREN, I.; BEEDELL, Y.; ROWE, B. The epidemiology of *Salmonella* infection of calves: the role of markets and vehicles. *Epidemiology and Infection*, v. 107, p. 521-525, 1991.

TRABALHO CIENTÍFICO A SER ENVIADO A REVISTA:

***BRAZILIAN JOURNAL OF VETERINARY RESEARCH AND ANIMAL
SCIENCE***

Comparação dos parâmetros físicos
De ovos produzidos em diferentes sistemas de alojamento

Comparative of physical parameters
of eggs produced in different systems of breeding

Julia Arantes Galvão^{1*}, Fábio Sossai Possebon^{1†}, Thiago Luiz. Belém Spina^{1‡}, ,
João Bosco Pereira Guerra Filho^{1†‡}, Graciene Conceição dos Santos², José Carlos
Figueiredo Pantoja³, José Paes de Almeida Nogueira Pinto⁴.

¹Pós graduandos - Laboratório de Inspeção Sanitária de Alimentos de Origem Animal, Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Distrito de Rubião Júnior, s/n, Botucatu, S.P., Brasil. CEP: 18618-970. Tel: 55+14+38800210. E-mail: *juliagalvaomv@yahoo.com.br / †fabio.cid@fmvz.unesp.br / thiagospina@uol.com.br / †‡papaibosquinho@hotmail.com

²Zootecnista. gracieneccsantos@yahoo.com.br

³Professor – Epidemiologia. Departamento de Higiene Veterinária e Saúde Pública. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - UNESP - Campus de Botucatu. Distrito de Rubião Júnior, s/n - CEP: 18.618-970 – Botucatu, S.P., Brasil. Tel.: 55+14+3880-2092. E-mail: pantoja@fmvz.unesp.br.

⁴Diretor da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Distrito de Rubião Junior, s/n18618-970 - Botucatu, SP, Brasil. Tel.: 55+14+38802001. E-mail: josepaes@fmvz.unesp.br

INTRODUÇÃO

Os alimentos “alternativos” vêm conquistando uma parcela de mercado antes inexistente. Inúmeros produtos estão presentes nas redes de supermercados, em feiras específicas, restaurantes e lanchonetes do mundo inteiro visando atender às exigências de um consumidor disposto, muitas vezes, a pagar mais caro por esses alimentos. Certa aversão a tudo o que é químico, tóxico, ou simplesmente, industrializado, produzido por grandes corporações vem sendo observada, existindo ainda a crença de que esses produtos são mais saudáveis, mais seguros. O mercado avícola não escapa desta tendência, incluindo-se aí os ovos, considerados alimentos altamente nutritivos, de baixo custo e que possibilitam a fabricação de diversos produtos alimentícios. Atualmente a grande maioria dos ovos comercializados é produzida em sistemas convencionais de baterias de gaiolas, que foram desenvolvidos visando à eficiência produtiva e à prevenção de enfermidades.

No entanto, nota-se atualmente em uma parcela dos consumidores, um descontentamento frente ao bem estar das aves mantidas em tais sistemas de produção, tal percepção tem impulsionado as exigências de mudanças nestes sistemas de criação dos animais de produção.

A qualidade física do ovo é um importante atrativo ao consumidor e engloba muitos aspectos (STADELMAN, 1977) relacionados à casca, ao albúmen e à gema. Essa qualidade tem base genética e varia entre as linhagens de galinhas (PANDEY et al., 1986; SILVERSIDES, KORVER, BUDGELL, 2006), também é influenciada pelo sistema de alojamento em que a ave é mantida (MENCH et al., 1986; FRASER & BAIN, 1994; VITS et al., 2005) e pela idade das galinhas (SILVERSIDES et al., 2006).

Defeitos na qualidade da casca podem causar perdas significativas para a indústria de ovos comerciais. Entre 10 e 15% dos ovos de poedeiras são perdidos antes e durante o processo de coleta por apresentarem algum tipo de problema relacionado à qualidade da casca (ROLAND 1988; COUTTS et al., 2007). Os parâmetros mais utilizados para avaliar a qualidade da casca são espessura, peso, porcentagem da casca em relação ao peso do ovo, resistência e gravidade específica do ovo (ROBERTS, 2004).

Alguns estudos têm descrito os efeitos dos diferentes sistemas de alojamento na qualidade dos ovos (TORGES et al., 1976; PAVLOVSKI, MASIC, APOSTOLOV., 1981), mas há pouca pesquisa relacionada especificamente à qualidade do ovo

produzido por galinhas criadas em sistemas ao ar livre ou são estudos realizados há muitos anos atrás.

Comparações diretas entre os sistemas de produção (gaiola, celeiro, free range - FR) no que se refere à qualidade física dos ovos são dificultadas pelo grande número de variáveis envolvidas. Por exemplo, um dos problemas referentes à qualidade da casca no sistema FR pode estar relacionado a um mau balanceamento na dieta das aves (FRASER & BAIN, 1994), sendo que no caso de galinhas mantidas em gaiolas, este mesmo problema pode ser resultante da densidade das aves alojadas (MENCH et al., 1986). Por outro lado outros autores descrevem que tais efeitos não são consistentes (LEE & MOSS, 1995).

Assim, são necessários estudos que permitam comparações entre diferentes sistemas, controlando-se algumas variáveis tais como linhagem das aves, arraçoamento e temperatura da instalação, o que em condições não experimentais é muito difícil de ser encontrado.

OBJETIVO

Determinar as diferenças entre parâmetros físicos internos e externos dos ovos em duas granjas alojadas em uma mesma propriedade com sistemas de criação diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

Em uma mesma propriedade localizada no município de São Manuel, SP havia dois sistemas de criação de galinhas poedeiras (convencional em gaiolas e FR), o que diminuiu a possibilidade de introdução de vieses relacionados à linhagem, interferentes ambientais e, em parte, de arraçoamento. Os galpões foram construídos no mesmo sentido e, as aves (82% delas linhagem Hysex Brown) eram adquiridas com um dia de vida e debicadas ao 7º dia, e na 9ª semana. Era utilizado o inseticida Cipermetrina como método de prevenção contra *Alphitobius diaperinus*, as vacinações preconizadas para a região eram administradas e, no sistema FR realizada vacinação preventiva contra salmoneloses. Segundo o veterinário responsável, não eram utilizados antimicrobianos para tratamento das galinhas. As aves recebiam água da mesma fonte (poço artesiano). O esquema de iluminação era feito com 12 horas de luz natural e 4 horas de iluminação artificial. O arraçoamento era automático e a coleta de ovos manual, realizada duas vezes ao dia. Eram alojados 11 lotes de aves ao ano em cada um dos sistemas. A ração era preparada na propriedade, sendo que no sistema FR era à base de milho, farelo de

soja, farinha de carne e pigmentantes sintéticos para a gema: *Carophill Yellow* e *Carophill Red*; no sistema convencional, era adicionado trigo à mesma ração (e não eram utilizados pigmentantes sintéticos para a gema). Os ovos eram higienizados e embalados na propriedade e assim distribuídos para o comércio na forma de atacado.

Free range (FR)

A granja possuía, em média, 45.000 aves distribuídas em onze galpões. Cada galpão era equipado com comedouros tipo prato, bebedouros tipo *nipple*, ninhos, poleiros, cama de palha de arroz e saídas laterais para as áreas de pastejo, com 2m²/ave. A produção média diária era de 13.500 ovos.

Sistema convencional de gaiolas (C1)

A granja possuía, em média, 250.000 aves alojadas em gaiolas 45x60cm, distribuídas em 31 galpões, os comedouros eram cochos de madeira e os bebedouros do tipo *nipple*. A produção média diária era de 38.000 ovos

Amostragem

Um lote em pico de produção de cada sistema foi selecionado e utilizado até o final do estudo. O experimento foi conduzido no período de 14 de maio a 08 de agosto de 2012, sendo dividido em quatro ciclos de avaliação de 28 dias cada, sendo assim representativo de toda a produção do lote. A cada ciclo eram realizados três dias de coleta de 30 ovos em cada sistema, totalizando 360 ovos por sistema. Os ovos eram coletados diretamente nos ninhos ou canaletas e analisados no mesmo dia.

Gravidade Específica (STALDEMAN & COTTERILL, 1990)

Foi avaliada mergulhando-se os ovos em soluções salinas de densidades variando de 1,060 a 1,100, sendo que a gravidade específica de cada ovo foi determinada pela menor solução em que o ovo flutuou. As densidades foram confirmadas com a utilização de um densímetro.

Resistência da Casca do Ovo à Quebra

Foi utilizado um texturômetro, TA.XT plus Texture analyser, utilizando-se sonda de ruptura de 75mm (P/2), velocidade de teste de 1mm/segundo. Os ovos eram pressionados pela sonda até que a sua casca se rompesse, sendo então neste momento determinada a sua resistência, expressa em kgf.

Percentagem de Gema

Foi determinada dividindo-se o peso da gema pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

Coloração da Gema

Foi estimada pela comparação da coloração da gema com abanico colorimétrico Roche®.

Percentagem de Albúmen

Foi determinada dividindo-se o peso do albúmen pelo peso do ovo e o resultado multiplicado por 100.

Unidade Haugh (STALDEMAN & COTTERILL, 1990)

Inicialmente foi determinada a altura do albúmen, por meio de paquímetro digital e empregou-se a fórmula a seguir:

$$UH = 100 \log (H + 7,57 - 1,7 W 0,37)$$

Onde, H = altura do albúmen (mm); W = peso do ovo (g); 7,57 = fator de correção para altura do albúmen; 1,7 = fator de correção para peso do ovo.

Espessura de casca

Após a lavagem da casca e secagem em estufa, foram realizadas três medidas na região equatorial do ovo com a utilização de um paquímetro, sendo feita a média dessas mensurações, e o resultado expresso em milímetros.

Peso da Casca por Superfície de Área (ABDALLAH; HARMS; EL-HUSSEINY, 1993)

Foi determinado através da fórmula: $PCSA = (\text{peso da casca} / 3,9782 \times (\text{peso do ovo})^{0,7056}) \times 1000$ e expresso em mg/cm².

Análise Estatística

A distribuição das variáveis foi analisada e estatísticas descritivas foram produzidas. Modelos de medidas repetidas (SAS Institute, 2011) foram usados para comparar cada variável-resposta (resistência da casca do ovo à quebra, percentagem de gema, percentagem de albúmen, percentagem de casca, unidade Haugh, espessura de casca e peso da casca por superfície de área) entre os sistemas. Uma estrutura de covariância auto-regressiva foi utilizada para modelar a correlação entre as medidas repetidas dentro da mesma propriedade. O teste de análise de variância foi usado para ajustar os valores-P resultantes de comparações múltiplas. O nível de significância estatística foi definido como 0.05. Como as variáveis gravidade específica e cor da

gema não apresentaram uma curva de distribuição normal dos resultados, foi utilizado o teste de Wilcoxon (SAS Institute, 2011) para comparar os seus resultados verificados em cada propriedade.

RESULTADOS

Os resultados das análises físicas estão apresentados na tabela 1 e os tratamentos estatísticos na tabela 2.

Tabela 1: Variáveis avaliadas e resultados descritivos para comparação da qualidade física dos ovos produzidos nos sistemas FR e C1. Botucatu, SP.

Sistema	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Erro Padrão	Valor mínimo	Valor máximo
Peso (g)							
FR	360	62,30	61,84	5,54	0,29	61,84	62,30
C1	360	66,78	66,46	4,76	0,25	66,46	66,78
GE (g/l)							
FR	360	1,09	1,09	0,006	0,0003	1,09	1,09
C1	360	1,09	1,1	0,005	0,0002	1,09	1,1
Resistência à quebra (kgf)							
FR	360	4,75	4,74	0,78	0,04	4,74	4,75
C1	360	4,65	4,68	0,79	0,04	4,65	4,68
Porcentagem de gema (%)							
FR	360	22,36	22,20	2,27	0,12	22,20	22,36
C1	360	24,58	24,48	2,08	0,11	24,48	24,58
Cor da gema							
FR	360	12,23	12	1,02	0,05	12	12,23
C1	360	12,39	12	0,72	0,04	12	12,39
Porcentagem de albúmen (%)							
FR	360	68,12	67,98	3,17	0,17	67,98	68,12
C1	360	65,51	65,62	2,34	0,12	65,51	65,62
Unidade Haugh							
FR	360	88,59	89,9	9,24	0,49	88,6	89,9
C1	360	88	88,82	8,79	0,46	88	88,82
Espessura da casca (mm)							
FR	360	0,34	0,34	0,06	0,003	0,34	0,34
C1	360	0,35	0,36	0,05	0,003	0,35	0,36
Peso da casca por superfície de área (mg/cm²)							
FR	360	73,53	77,37	13,57	0,72	73,53	77,37
C1	360	73,32	78,04	15,59	0,82	73,32	78,04

Tabela 2: Valores p das variáveis analisadas através de Análise de variância. Botucatu, SP.

Variável	Valores médios Granjas		Erro padrão	Valores p
	FR	C1		
Espessura da casca (mm)	4,75	4,65	0,002	<0,05
Peso da casca (g)	9,80	9,94	0,053	<0,05
Porcentagem de casca/Superfície de área	73,53	73,32	0,717	0,94
Resistência da casca (kgf)	4,75	4,65	0,057	0,22
Unidade Haugh	88,59	87,97	0,649	0,60
Porcentagem de albúmen	68,12	65,51	0,189	<0,05
Porcentagem de gema	22,36	24,58	0,153	<0,05

DISCUSSÃO

Observou-se que os ovos provenientes do sistema FR apresentaram o menor peso. Embora não seja indicativo de qualidade nutricional do ovo, o peso é utilizado para padronizar a sua comercialização. Todas as médias observadas possibilitam classificar esses ovos como tipo extra (>60g) (BRASIL, 1991). Varguez-Monteiro et al. (2012) também observaram maior peso em ovos produzidos por galinhas alojadas em gaiolas e afirmam que este resultado está claramente associado a alta ingestão de ração por essas aves. Outros autores (WANG et al., 2009; TUMOVÁ et al., 2009) não verificaram diferenças no peso dos ovos de galinhas alojadas nos diferentes sistemas e, Singh, Cheng & Silversides (2009) encontraram ovos mais pesados em aviários em relação aos produzidos em gaiolas, mas esses autores utilizaram galinhas marrons (Lohmann Brown) e galinhas brancas (Lohmann White) em celeiro e em gaiola respectivamente e, segundo Scott & Silversides (2000), galinhas de ovos marrons são mais pesadas e produzem ovos maiores com maiores pesos de gema e clara que galinhas de ovos brancos.

O ovo produzido no sistema FR apresentou a casca mais espessa, embora mais leve, o que está provavelmente associado ao menor peso do ovo (Tabela 1). A resistência da casca também foi maior no sistema FR, mas essa diferença não foi considerada significativa. Em outros estudos (PAVLOVSKI, MASIC, APOSTOLOV, 1981; MOSTERT, BOWES, VAN DER WALT, 1995; LEYENDECKER et al., 2001), uma maior resistência ou espessura da casca também foi verificada em ovos produzidos em FR.

A casca é a embalagem natural do ovo, o qual está pronto para ser comercializado e, para isso, deve ser resistente para não sofrer nenhum dano físico, devendo ser forte o suficiente para resistir à postura pela ave, colheita, classificação e transporte, até atingir o consumidor final (ROBERTS, 2010). As galinhas alojadas em sistemas FR vivem sob circunstâncias mais variáveis e, por isso podem apresentar a vantagem de produzir ovos menos sensíveis ao ambiente. A disponibilidade de Ca e P pode afetar a qualidade da casca (ABDALLAH, HARMS, EL-HUSSEINY, 1993). Não está claro se o seu metabolismo é diferente para galinhas criadas ao ar livre, mas especula-se que a atividade física resulte na maior efetividade no metabolismo mineral (VAN DEN BRAND, PARMENTIER & KEMP, 2004). Nosso estudo pode corroborar esta hipótese, já que ao avaliar situações quase idênticas de manejo, excetuando-se pela

forma de alojamento das aves, as casca de ovos no sistema FR foram consideradas mais resistentes.

As galinhas alojadas no sistema C1 produziram os ovos de maior gravidade específica - mediana: 1,095, sendo que no sistema FR esta foi de 1,090 ($p < 0,001$), o que revela que o sistema interferiu nessa característica. A gravidade específica indica a qualidade da casca em relação aos demais componentes do ovo e está diretamente relacionada à sua espessura (MILES, 1993), resultado contraditório diante daqueles anteriormente observados para espessura de casca. Segundo Mendonça Jr. (1993), no período de postura a gravidade específica desejável deve estar entre 1,080 e 1,088. Todos os ovos avaliados apresentaram GE acima desses valores. Miles (1993) afirmou que quanto mais fina a casca, menor será a gravidade específica e maior será a possibilidade de trinca e de quebra dessa casca. Abdallah et al. (1993), estudando a relação entre a porcentagem de ovos quebrados e a gravidade específica, observaram que a porcentagem de ovos trincados decresce com o aumento da GE, resultando em uma correlação negativa ($r = 0,96$) entre as variáveis. Segundo os autores, para cada aumento de 0,001 na GE, a porcentagem de ovos quebrados decresceu em 1,266%, o que não foi verificado neste estudo.

Apesar de esse dado ter sido detectado, podem ter ocorrido falhas durante os testes, já que na determinação da GE, o método da imersão dos ovos em solução salina (ISS) tem sido o mais utilizado, mas estudando os erros associados ao método da ISS na determinação da GE dos ovos, Voisey & Hamilton (1977) relataram que a GE é influenciada pela temperatura das soluções e os erros são resultantes da má calibração e leitura dos equipamentos usados para medir a densidade da água. Fissuras nas cascas dos ovos e movimentação da água das soluções podem causar erros no resultado final da determinação.

Em relação à coloração da gema, os resultados obtidos para os ovos produzidos no sistema convencional (C1) situaram-se acima do padrão normalmente observado, sendo semelhante à obtida para os ovos FR. A coloração mais escura detectada foi resultante provavelmente da adição de pigmento sintético na ração, já que segundo a literatura (ANGELES & SCHEIDELER, 1998; GARCIA et al., 2009; ANDERSON, 2011) este resultado não seria possível em condições naturais. Registre-se que a adição não foi confirmada por parte do responsável pela granja durante a entrevista realizada antes do início do experimento e reafirmado em novo questionamento após a realização do

mesmo. Para fazer uma contra prova, os mesmos procedimentos de amostragem e análises anteriormente citados foram aplicados ao sistema C2, sendo avaliada somente a cor da gema e, neste caso, a faixa de medida para coloração da gema dos ovos foi 5 (cinco).

Economicamente não se justifica esta adição, já que tais ovos chegam ao consumidor como sendo produzidos pelo sistema convencional, não se esperando deles nenhuma característica que os diferencie em relação àqueles produzidos em sistemas alternativos. Nestes, os consumidores procuram algumas características, sendo a gema mais escura uma delas. Isto explica o emprego dos pigmentos no sistema FR e os resultados obtidos em nosso estudo. Registre-se que a legislação brasileira não faz nenhuma menção à sua utilização por parte dos produtores que utilizam este sistema. Assim a partir dos dados obtidos levanta-se a hipótese de que, inadvertidamente, os ovos produzidos em C1 estejam sendo comercializados como produtos FR, com prejuízo ao consumidor.

A Unidade Haugh é uma expressão matemática que correlaciona a altura do albúmen espesso, através de micrômetro tripé, corrigida para o peso do ovo, sendo que quanto maior o valor da UH, melhor a qualidade interna do ovo (ALLEONI & ANTUNES, 2001). Os ovos considerados de qualidade excelente (AA) devem apresentar valores de UH superiores a 72; ovos de qualidade alta (A), entre 60 e 72 UH e ovos de qualidade inferior (B), com valores de UH inferiores a 60 são considerados de qualidade ruim (USDA, 2012). Neste estudo todas as médias observadas estão classificadas em AA, sendo que as diferenças encontradas não foram consideradas significativas entre os sistemas (Tabela 2).

Muitos fatores podem afetar a proporção gema:albúmen, como idade e linhagem da galinha e tamanho dos ovos (ROSE, GRIDGEMAN, FLETCHER, 1966; AHN, KIM, SHU, 1997). Neste estudo a porcentagem média de albúmen foi maior no sistema FR (Tabela 2), situação que se inverte ao observar-se as proporções de gema. Cherian, Holsonbake, Goeger (2002) não encontraram diferenças significativas na relação gema:albúmen nos ovos FR e convencionais que avaliaram.

Mesmo tendo sido observadas diferenças estatísticas em alguns dos parâmetros avaliados, estas não conferem aos ovos produzidos pelo sistema FR um perfil especial que justifique a sua escolha pelo consumidor, no entanto há para o produtor o benefício de produzir ovos com cascas mais resistentes.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Professor Edivaldo Antonio Garcia e à pós-graduanda Andrea de Britto Molino.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, A. G.; HARMS, R. H.; EL-HUSSEINY, O. Various methods of measuring shell quality in relation to percentage of cracked eggs. **Poultry Science**, v. 72, p. 2038-2043, 1993.
- AHN, D. U.; KIM, S. M.; SHU, H. Effects of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs. **Poultry Science**, v. 76, p. 914-919, 1997.
- ALLEONI, A. C. C.; ANTUNES, A. J. Unidade Haugh como medida da qualidade de ovos de galinha armazenados sob refrigeração. **Scientia Agrícola**, v. 58, p. 681-685, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v58n4/6283.pdf>>. Acesso em: 29 Set. 2012.
- 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, p. 1600-1608, 2011.
- ANGELES M.; SCHEIDELER S. Effect of diet, level, and source of xanthophyll on hen performance and egg yolk pigmentation. PSA'98. Annual Meeting Abstracts Pinnstater Conference Center. **Official Journal of the Poultry Science Association**, v. 77, p. 1-18, 1998.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução CIPOA n° 005, de 19 de novembro de 1991. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 nov. 1991.
- CHERIAN, G.; HOLSONBAKE, T. B.; GOEGER, M. P. Fatty acid composition and egg components of specialty eggs. Research note. **Poultry Science**, v. 81, p. 30-33, 2002.
- COUTTS, J. A.; WILSON, G. C.; FERNANDEZ, S. **Optimum egg quality: a practical approach**. Sheffield: 5M Enterprises, 2007. 66 p.
- FRASER, A. C.; BAIN, M. M. A comparison of eggshell structure from birds housed in conventional battery cages and in a modified free-range system. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, WORLD'S POULTRY SCIENCE ASSOCIATION, 9., 1994, Glasgow. **Proceedings...** Glasgow, 1994. p. 151-152.
- GARCIA, E. A.; MOLINO, A. B.; BERTO, D. A.; PELÍCIA, K.; OSERA, R. H.; FAITARONE, A. B. G. Desempenho e qualidade dos ovos de poedeiras comerciais alimentadas com semente de urucum (*Bixa orellana* L.) moída na dieta. **Veterinária e Zootecnia**, v. 16, p. 689-697, 2009.
- LEE, K.; MOSS, C. W. Effects of population density on layer performance. **Poultry Science**, v. 74, p. 1754-1760, 1995.
- LEYENDECKER, M.; HAMANN, H.; HARTUNG, J.; KAMPHUES, J.; RING, C.; GLÜNDER, G.; AHLERS, C.; SANDER, I.; NEUMANN, U.; DISTL, O. Analyse von geonotyp-umweltinteraktionen zwischen legehennenhybriden und haltungssystemen in der legeleistung, eiqualität und knochenfestigkeit. 2. Mitteilung: mitteilung. **Züchtungskunde**, v. 73, p. 290-307, 2001.
- MENCH, J. A.; TIENHOVEN, A. V.; MARSH, J. A.; McCORMIC, C. C.; CUNNINGHAM, D. L.; BAKER, R. C. Effects of cage and floor pen management on

- behaviour, production, and physiological stress responses of laying hens. **Poultry Science**, v. 65, p. 1058-1069, 1986.
- MENDONÇA JÚNIOR, C. X. Fatores nutricionais envolvidos na qualidade do ovo. In: SIMPÓSIO TÉCNICO DE PRODUÇÃO DE OVOS, 3., 1993, São Paulo. **Anais...** São Paulo: APA, 1993. p. 29-51.
- MILES, R. D. Gravedad específica del huevo-establecimiento de un programa de verificación. In: _____. **Generalidades sobre la calidad del cascarón de huevo**. México: Asociación Americana de Soya, 1993. p. 1-8.
- MOSTERT, B. E.; BOWES, E. H.; VAN DER WALT, J. C. Influence of different housing systems on the performance of hens of four laying strains. **Suid-Afrikaanse Tydskrif vir Veekunde**, v. 25, p. 80-86, 1995.
- PANDEY, N. K.; MAHAPATRA, C. M.; VERMA, S. S.; JOHARI, D. C. Effect of strain on physical egg quality characteristics in White Leghorn chickens. **International Journal of Poultry Sciences**, v. 21, p. 304-307, 1986.
- PAVLOVSKI, Z.; MASIC, B.; APOSTOLOV, N. Quality of eggs laid by hens on free range and in cages, In: BEUVING, G.; SHEELE, C. W.; SIMONS, P. C. M. (Ed.). **Quality of eggs: proceedings of the First European Symposium**. Apeldoorn, 1981. p.231-235.
- ROBERTS, J. R. Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. **Journal of Poultry Science**, v. 41, p. 161-177, 2004.
- ROBERTS, J. R. Factors affecting egg shell and internal egg quality. In: ANNUAL ASIAN FEED TECHNOLOGY AND NUTRITION WORKSHOP, 18., 2010, Cambodia. **Proceedings...** Cambodia, 2010.
- ROLAND, D. A. Eggshell breakage: incidence and economic impact. **Poultry Science**, v. 67, p. 1801-1803, 1988.
- ROSE, D. N.; GRIDGEMAN, T.; FLETCHER, D. A. Solids content of eggs. **Poultry Science**, v. 74, p. 152-160, 1966.
- SAS Institute. **SAS/STAT user's guide**. Version 9.3. Cary: SAS Institute Inc., 2011.
- SCOTT, T. A.; SILVERSIDES, F. G. The effect of storage and strain of hen on egg quality. **Poultry Science**, v. 79, p. 1725-1729, 2000.
- SILVERSIDES, F. G.; KORVER, D. R.; BUDGELL, K. L. Effect of strain of layer and age at photostimulation on egg production, egg quality, and bone strength. **Poultry Science**, v. 85, p. 1136-1144, 2006.
- SINGH, R.; CHENG, K. M.; SILVERSIDES, F. G. Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. **Poultry Science**, v. 88, p. 256-264, 2009.
- STADELMAN, W. J. Quality identification of shell eggs. In: _____. *Egg science and technology*. New York: Haworth Press, 1995. p. 39-66.
- STALDEMAN, W. J.; COTTERILL, O. J. **Egg science and technology**. 3. ed. New York: Food Products, 1990. 37 p.
- TORGES, H. G.; MATTHES, S.; HARNISCH, S. Vergleichende Qualitätsuntersuchungen an eieren auskommerziellen legehennenbeständen in freiland, boden und käfighaltung. **Archiv für Lebensmittelhygiene**, v. 27, p. 107-112, 1976.
- TUMOVÁ, E.; SKRIVAN, M.; ENGLMAIEROVÁ, M.; ZITA, L. The effect of genotype, housing system and egg collection time on egg quality in egg type hens. **Czech Journal of Animal Science**, v. 54, p. 17-23, 2009.
- USDA. DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS. **National Nutrient Database for Standard Reference**, release 25 – food group 1: dairy and egg products. 2012. Disponível em:

<<http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12354500/Data/SR25/reports/sr25>>.
Access: 19 jul., 1012.

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, p. 745-752, 2004.

VARGUEZ-MONTERO, G.; SARMIENTO-FRANCO, L.; SANTOS-RICALDE, R.; SEGURA-CORREA, J. Egg production and quality under three housing systems in the tropics. **Tropical Animal Health and Production**, v. 44, p. 201-204, 2012.

VITS, A.; WEIZENBURGER, D.; HAMANN, H.; DISTL, O. Influence of different small group systems on production traits, egg quality and bone breaking strength of laying hens. First communication: Production traits and egg quality. **Zuchtungskunde**, v.77, p. 303-323, 2005.

VOISEY, P. W.; HAMILTON, R. M. G. Sources of error in egg specific gravity measurements by the flotation method. **Poultry Science**, v. 56, p. 1457-1462, 1977.

WANG, L. X.; ZHENG, X. J.; NING, H. Z.; QU, J. L.; XU, Y. G. Laying performance and egg quality of blue-shelled layers as affected by different housing systems. **Poultry Science**, v. 88, p. 1485-1492, 2009.

RESUMO

A criação de animais de produção vem se modificando gradualmente devido a diversas alterações socioculturais em todo o mundo. Cada vez mais se tem observado a demanda por alimentos produzidos considerando-se o bem estar animal. Neste contexto também se encontra a avicultura de postura. Novos sistemas vêm sendo propostos para melhorar as condições de vida das galinhas poedeiras, destacando-se entre eles o free range (FR). São poucos os trabalhos que avaliaram a qualidade dos ovos produzidos nesses novos ambientes. Assim foi proposta neste estudo a avaliação da qualidade física dos ovos oriundos de uma granja FR e outra convencional, ambas alocadas numa mesma propriedade, o que possibilitou diminuir a probabilidade de introdução de vieses de temperatura macroclimática, linhagem e em partes, do arraçoamento. Os ovos do sistema FR apresentaram menor peso total, maior espessura de casca e concentração de albúmen. Características que não conferem aos ovos produzidos pelo sistema FR um perfil especial que justifique a sua escolha pelo consumidor.

Palavras chave: Free range, Qualidade do ovo, Cor da gema.

ABSTRACT

Livestock production has been gradually changing due to various socio-cultural changes worldwide. Increasingly have seen the demand for food produced considering animal welfare. In this context is also laying poultry. New systems have been proposed to improve the living conditions of laying hens, foremost among them the free range (FR). There are few studies that evaluated the quality of the eggs produced in these new environments. So was proposed in this study to evaluate the physical quality of the eggs came from a farm and other conventional FR , both allocated in the same property, which allowed decreasing the likelihood of introducing bias macro features weather, lineage and in parts of the feeding temperature. The eggs of the FR system had lower weight, greater shell thickness and concentration of albumen . Characteristics that do not give eggs produced by the system FR a special profile to justify his choice by the consumer .

Keywords: Free range, Egg quality, Color of the gem.